

ABSTRACT

Repair process and treatment conducted solely for fulfill requirement or to fulfill eligibility condition an ship. Ship must be done treatment or repair ought to have been conducted by deadline to go up dock to repair. Like repair of machine, commutation of pipes, and also conduct repair at electrics components at ship.

Plate Replating become militant this aim to for the process of commutation of natural old plate is thick reduction or attenuating effect of corotion. Commutation of this plate is needed because for the treatment of and repair of ship, and also to make economic age of ship change. Plate Replating become militant also aim to as feed back treatment of ship to come as according to determined schedule. because condition of from the tug boat assessed by less maximal if evaluated from its role as tug boat in port. emerge idea idea of writer to know processs of replating lisp at tug boat hull.

Plate Replating become militant at part of tug boat hull of Anggada X property of PT. Pelindo III (PERSERO) Surabaya. Knowable from result of requirement analysis and calculation at loadline underside, kebuthan of plate around 911,6 kg, amount of wide improve repaired by 14,23 of m^2 and of prosesntase excess of its plate around 17,14 %. While at loadline tabletop requirement of plate around 3032 kg, wide of which need to be improve repaired by 49,73 m^2 , and percentage of excess of its plate around 14,69 %.

Keyword : Tug Boat , plate replating.

ABSTRAK

Proses perbaikan dan perawatan dilakukan semata-mata untuk memenuhi kebutuhan atau untuk memenuhi syarat kelayakan suatu kapal. Suatu kapal harus dilakukan perbaikan atau perawatan seharusnya telah dilakukan batas waktu untuk naik dock untuk melakukan reparasi. Seperti perbaikan mesin, pergantian pipa-pipa, maupun melakukan perbaikan pada komponen-komponen listrik pada kapal.

Replating pelat baja ini bertujuan untuk proses pergantian pelat lama yang mengalami penipisan atau pengurangan ketebalan akibat korosi. Pergantian pelat ini diperlukan karena untuk perawatan dan perbaikan kapal, serta untuk menjadikan umur ekonomis kapal berubah. Replating pelat baja juga bertujuan sebagai umpan balik perawatan kapal yang akan datang sesuai dengan jadwal yang ditentukan. karena kondisi dari kapal tunda tersebut dinilai kurang maksimal jika ditinjau dari peranannya sebagai kapal tunda di pelabuhan. muncul ide pemikiran penulis untuk mengetahui proses-proses *replating* pelat pada lambung kapal tunda tersebut.

Replating pelat baja pada bagian lambung kapal Tunda Anggada X milik PT. Pelindo III (PERSERO) Surabaya. Dapat diketahui dari hasil perhitungan dan analisa kebutuhan pada bagian bawah garis air, kebutuhan pelat sekitar 911,6 kg, jumlah luasan yang diperbaiki 14,23 m² dan prosesntase kelebihan pelatnya sekitar 17,14 %. Sedangkan pada bagian atas garis air kebutuhan pelat sekitar 3032 kg, luasan yang perlu diperbaiki 49,73 m², dan prosentase kelebihan pelatnya sekitar 14,69 %.

Kata kunci : Kapal Tunda , replating pelat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk menunjang pelaksanaan proses penelitian ini telah dilakukan berbagai macam penelusuran sehingga dapat menjadi perumusan permasalahan. Sumber-sumber wacana tersebut antara lain :

II.1 Definisi *Replating Pelat Baja*

Pada proses maintenance kapal dilakukan proses replating pelat baja, dimana proses replating pelat baja adalah suatu proses dimana kapal melakukan pergantian pelat baru untuk menggantikan pelat lama yang telah mengalami penipisan pelat yang diakibatkan oleh korosi terhadap air laut yang perlu dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mempertahankan bagian-bagian kapal.



Gambar 2.1 Gambar proses *Replating pelat*

Secara umum , *replating pelat baja* ini bertujuan untuk proses pergantian pelat lama yang mengalami penipisan atau pengurangan ketebalan akibat korosi. Pergantian pelat ini diperlukan karena untuk perawatan dan perbaikan kapal, serta untuk menjadikan umur ekonomis kapal berubah.

Replating pelat baja juga bertujuan sebagai umpan balik perawatan kapal yang akan datang sesuai dengan jadwal yang ditentukan.

Sering terjadi, kapal mengalami perubahan bentuk (performance), perubahan konstruksi, getaran yang berlebihan, dan kebocoran lambung bawah air. Umumnya dialami oleh kapal - kapal yang baru selesai menjalani pekerjaan replating, buka pasang intermediate, propeller shaft, ganti "I" atau "V" bracket dan lain sebagainya. Sekilas, perubahan tersebut memang tak terasa dan terlihat, tetapi bila diteliti dan diperiksa dengan seksama, dari transom buritan umpamanya, akan terlihat sedikit kemiringan kearah starboard side atau portside, pintu - pintu kamar yang sebelumnya mudah untuk buka tutup, sekarang sudah agak seret, bila dilakukan Inclination experiment / inclining test, titik berat kapal sudah berubah dari sebelumnya dan waktu dilakukan vibration test, getaran agak berlebihan, terjadi di kamar mesin dan ruang kemudi. Perubahan tersebut, ada yang langsung bisa diketahui setelah kapal diluncurkan dari dock, saat melakukan sea trial, atau setelah kapal melakukan pelayaran beberapa kali.

Ada beberapa penyebab hal ini bisa terjadi, pertama, kurang persiapan dan lemahnya perencanaan dari ship's owner, serta redaksional repair list yang kurang mendukung, untuk sempurnanya hasil pekerjaan. Kapal dinaikkan keatas dock dengan tidak terlebih dahulu mengosongkan tangki - tangki bahan cair (fuel / lub. oil, fresh water & ballast). Seandainya, kapal dinaikkan keatas dock jenis Graving Dock atau Floating Dock, mungkin tidak terlalu masalah, tetapi kalau Rail Dock (kapal - kapal berukuran kecil), kemungkinan terjadinya perubahan konstruksi sangat besar. Yang tak kalah pentingnya adalah penempatan bantalan dock (docking block), bila tak sesuai dengan Docking Plan, kemungkinan akan terjadi kebocoran lambung kapal bawah air, apalagi selama kapal docking, tidak dilakukan pemindahan dock block.

II.2 Tahapan Proses *Replating Pelat Baja*.

Tahapan-tahapan yang dialakuakn dalam proses *replating pelat baja* :

II.2.1 Kapal Masuk ke Graving Dock

Saat kapal akan masuk kedalam docking kapal, mesin kapal harus dalam keadaan mati. Proses masuknya kapal dilakukan dengan bantuan tugboat yang mendorong kapal dan tali tambat pada *hydraulic reel* graving dock. Ketika pintu graving dock dibuka, katup dibuka maka air laut akan masuk kedalam graving dock. Sebelumnya didalam graving dock telah diletakkan *wrang* (bantalan) sesuai *docking plan* yakni diletakkan antara *solid floor* dengan *watertight floor*. Tali tambat perlahan ditarik agar kapal secara perlahan dapat memasuki docking dan berada pada kedudukan sesuai docking plan dibantu dengan dorongan dari tugboat. Saat proses penempatan kapal ini harus benar – benar hati – hati agar posisi kapal saat air laut kemudian dikeluarkan, kapal dapat sesuai posisinya. Biasanya proses ini dipimpin oleh seorang Docking Master pada posisi segaris dengan Center Line Kapal. Kapal yang dikatakan sesuai docking plan bila tanda bendera pada graving dock dan tanda bendera di bibir kapal sejajar, maka setelah ini katup dapat dibuka kembali untuk mengeluarkan air laut dari dalam graving dock. Pada penentuan peletakan bantalan docking harus tidak mengikuti peletakan saat docking sebelumnya agar kondisi plat dapat dicek seluruhnya. Bantalan tersebut diletakkan minimal 5 jarang gading kapal.



Gambar 2.2 Gambar proses Kapal masuk Dock

II.2.2 Pembersihan badan kapal

Pembersihan Badan Kapal dimulai setelah kapal masuk atau duduk diatas dock, adapun hal-hal yang harus dibersihkan terlebih dahulu yaitu :

- Jasad laut (binatang laut / tumbuhan laut)
 - Lapisan cat lama
 - Hasil pengkaratan serta kotoran lain.
- Pembersihan Jasad laut (binatang laut / tumbuhan laut)
 - Dengan Cara Mekanis yaitu dengan sekrap baja atau kayu
 - Dengan menggunakan waterjet
 - Dengan electrolit cleaning : sepanjang lambung dipasang besi bulat sebagai anoda, sedangkan kapal sebagai katoda dan air laut sebagai cairan elektrolitnya (kapal tidak perlu naik dock) sehingga banyak hydrogen bebas yang terlepas dari badan kapal jasad laut takut lepas.
 - Pembersihan Hasil Pengkaratan / Cat Lama.
 - Dengan palu ketok, palu langsung dipukulkan pada bagian kapal sehingga karat/cat lama bias terkelupas. Pelaksanaan sangat lama tapi biayanya murah/padat karya. Dengan pneumatic multiple hammer palu ini digerakkan dengan suatu alat pneumatic. Dengan

udara bertekanan cara ini bias lebih cepat dari penggunaan palu ketok.

- Dengan wirw brush, bisa manual/electric grinder. Hasil bagus cepat, tetapi mempunyai kelemahan yaitu material yang dibersihkan bisa terkikis dan mengakibatkan ketebalannya berkurang.
- Dengan cara penyemprotan pasir (*Sand Blasting*), jenis pasir yang digunakan biasanya pasir hitam – kuasa. Metode ini dinilai lebih mahal dikarenakan harga peralatan dan tingkat resiko serta kesulitan kerjanya mengakibatkan butuh tenaga ahli yang bersertifikat.



Gambar 2.3 Gambar proses *Blastting Automatic*



Gambar 2.4 Gambar proses *Sand Blassting*

- Dengan cara penyemprotan air bertekanan (*waterjet*), metode ini beresiko tinggi sehingga butuh keterampilan, ketelitian dan kehati – hatian yang tinggi saat bekerja.



Gambar 2.5 Gambar proses *pembersihan dengan Waterjet*

II.2.3 Perbaikan Konstruksi Badan Kapal

- Persiapan Sebelum Pekerjaan Reparasi Konstruksi Badan Kapal.

Pekerjaan pendahuluan yang diperlukan sebelum mereparasi konstruksi badan kapal yang tercantum pada daftar reparasi kapal, antara lain :

- Pembersihan badan kapal dibawah garis air dari tumbuhan dan binatang laut, untuk mengetahui kondisi pelat kulit dibawah garis air dan melakukan pengukuran ketebalan.
- Mengetahui Bukaannya Kulit (Shell Expansion) yang dimana tercantum, hasil pengukuran ketebalan pada pengedokan awal atau yang lalu, hasil perbaikan atau pergantian pelat, lokasi Deformasi pelat kulit

- Batas Ketebalan Minimum Pelat Badan Kapal.

Lokasi pengkaratan pada pelat badan kapal yang umumnya terjadi pada bagian:

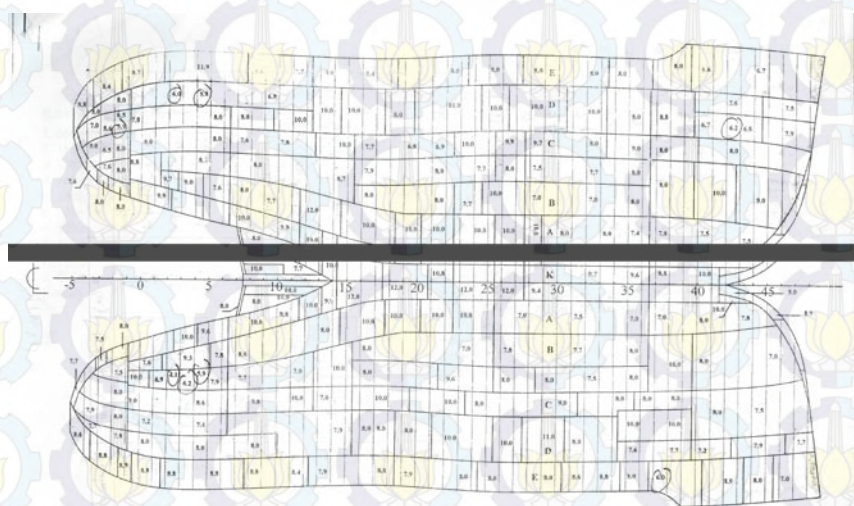
- Pelat Lambung : antara garis air muatan kosong dan penuh, haluan terutama daerah jangkar dan dibawah pipa buang.

- Pelat alas dalam pada pertemuan dengan sekat melintang, got konstruksi pelat tepi yang miring dan sumuran pelat tepi yang horizontal.
- Sisi bawah pelat sekat melintang pada pertemuan dengan pelat alas dalam.
- Sekat pemisah ruang sanitasi (kamar mandi atau dapur)
- Pelat geladak utama pada daerah got / saluran air
- Dinding sekat bangunan atas dan rumah geladak dibawah jendela sisi.

II.2.4 Pengukuran Ketebalan Pelat Kulit.

Pengukuran ketebalan pelat kulit kapal ditujukan untuk mengetahui ketebalan pelat setelah melakukan proses pembersihan serta pengikisan karat pada lambung kapal. Pengukuran ketebalan pelat kulit pada umumnya tercantum pada Gambar Bukaam Kulit (Shell Expansion) : pada lajur pelat lambung kiri dan kanan.

Metode pemeriksaan ketebalan plat yang biasanya digunakan adalah *UTT (Ultrasonic Tightness Test)*. Untuk mempertimbangkan efisiensi kerja biasanya pemeriksaan plat ini didasarkan pula pada dokumen yang ada yaitu konstruksi (Bukaam Kulit) dan data survey tahun lalu agar tidak perlu memeriksa kembali plat – plat yang telah diganti pada survey sebelumnya. Contoh plat yang harus diganti : ditemukan ketebalan Plat awal adalah 14 mm sedangkan setelah diukur pada survey didapatkan nilai 11,2 mm, berdasarkan peraturan Class BKI jika ketebalan plat minimal adalah harus tidak kurang dari 80% ketebalan plat semula. Sehingga pada kasus tersebut ukuran 11,2 mm sebenarnya memenuhi standart minimal ketebalan plat, maka keputusan penggantian plat dapat dipertimbangkan kembali bersama pihak owner dan class serta surveyor.



Gambar 2.6 Gambar Bukaan kulit serta hasil pengukuran ketebalan

Ketebalan minimum pelat ditentukan oleh prosentase keausan disbanding ketebalan yang disetujui klasifikasi pada waktu perencanaan (tergantung keikut sertaan lajur pelat cengkungan umum memanjang kapal). Keausan maksimum yang diijinkan adalah sebagai berikut :

Macam Lajur Pelat	Keausan max. yang diijinkan terhadap ketebalan pelat yang disetujui klasifikasi pada keadaan baru.
1. Pelat Kulit Lambung. - Pelat lunas (Keel Plate). Pelat Dasar (Bottom Plate) dan Pelat Lajur Bilga (Bilge Plate). - Pelat Lambung (Side Plate) diatas Pelat lajur Bilga dan dibawah Pelat Lajur Atas. - Pelat Lajur Atas (Sheer Strake)	20 % 30 % 20 %
2. Pelat Kulit Alas Dalam (Tank Top) - Pelat Tepi (Margin Plate) - Pelat Alas Dalam	20 % 20 %
3. Pelat Geladak Utama (Main Deck). - Pelat Tepi Geladak	

(Stringer Pit) dan lajur Pelat Geladak antara Lambung dan Palkah memanjang	20 %
- Pelat geladak antara Lubang Palkah	30 %
4. Geladak Bangunan Atas dan Rumah Geladak.	30 %
5. Dinding Sekat Memanjang dan Melintang.	20 % - 30 %

Batasan diatas merupakan ketentuan dasar suatu lajur prlat kulit yang terletak pada kapal, maka ketentuan tersebut dapat diperlunak.

II.2.5 Pergantian Satu Lajur Pelat Kulit

- Persiapan sebelum Pemotongan Pelat Kulit

Sebelum pemotongan pelat dilakukan pekerjaan pendahuluan meliputi kegiatan sebagai berikut :

- Menandai balok- balok melintang atau memanjang pelat kulit dari luar denga pertolongan Test Hammer serta kapur atau cat.



Gambar 2.7 Gambar penandaan pelat dengan kapur

- Memeriksa bagian dalam dari pelat kulit :

Sebelum dilakukan proses pengelasan seluruh tangki – tangki harus dicek dan dipastikan dalam keadaan bersih, terutama tangki bahan bakar dan muatan zat kimia lain harus dipastikan dalam kondisi *gas free*. Proses pembersihan tangki bahan bakar ini biasanya dilakukan dengan metode inert gas : dengan menyemprotkan gas CO₂ kedalam tangki kemudian dibiarkan selama kurang lebih 2 hari (*atau 1 hari dengan penambahan blower*) agar gas beracun didalam tangki berkurang. Berkaitan dengan pengelasan, sebelum dilakukan hal tersebut maka harus dicek dokumen tentang gas free.

- Tangki bahan bakar, air tawar / air laut atau bahan cair lainnya. Tangki bahan bakar dibersihkan dengan membuka tutup lubang orang (Man Hole Cover)
- Tangki air tawar atau air balas / air laut, dikosongkan terlebih dahulu dengan membuka prop lunas dan tutup lubang orang agar pemotongan pelat mudah dilakukan.
- Isolasi atau lapisan dinding kamar yang mudah terbakar dibongkar terlebih dahulu.
- Pipa yang mengganggu pemotongan pelat kulit dibongkar dahulu.
- Got terutama pada daerah kamar mesin yang terdapat genangan minyak pada got atau lokasi tersebut dibersihkan dahulu.

- Mempersiapkan tenaga dan peralatan pemadaman kebakaran pada lokasi yang rawan terhadap kebakaran.

- **Pemotongan Pelat**

Pekerjaan pemotongan pelat kulit dilaksanakan dengan dua cara yaitu :

- Pemotongan dari sisi luar.

Pemotongan pelat dilaksanakan setelah penandaan lokasi balok-balok melintang atau memanjang dengan kapur atau cat dan dilakukan diluar hubungan balok konstruksi dengan pelat kulit agar tidak sampai balok konstruksi ikut terpotong. Bagian pelat kulit yang masih tersisa pada balok konstruksi harus dibersihkan.

- Pemotongan dari sisi dalam.

Pemotongan pelat dilaksanakan langsung dari sisi dalam kapal (misalnya pada ruang palkah) dan dapat langsung memotong sambungan balok konstruksi dengan pelat kulit sehingga pekerjaan lebih cepat.

Pemotongan garis kampuh las dilaksanakan sebagai berikut:

- a. Pemotongan plat lama tepat pada sumbu kampuh las melintang atau memanjang agar ukuran plat baru sesuai dengan ukuran lebar dan panjang plat lama dan sisa separuh material las lama dipotong untuk pembuatan kampuh las.
- b. Pemotongan sisi melintang plat kulit lama diusahakan $\frac{1}{4}$ jarak gading terdekat karena timbulnya harga momen yang mendekati 0 pada beban merata yang bekerja pada plat kulit.
- c. Pemotongan sisi memanjang plat kulit memanjang plat kulit lama tidak boleh kurang dari 200 mm dari balok memanjang yang terdekat.
- d. Pemotongan plat kulit yang tersisa pada balok-balok melintang atau memanjang harus dibersihkan.

II.2.6 Pembuatan Rambu Pelat

Setelah pemotongan plat lama dan pembuatan kampuh las selesai barulah dipersiapkan rambu plat yang terbuat dari plat dengan lebar 20 s/d 30 mm dan ketebalan 4 s/d 6 mm. dimana dalam arah melintang tepat pada garis gading dan dalam arah memanjang tepat pada balok konstruksi memanjang tepat pada balok konstruksi memanjang atau sambungan pelat.

II.2.7 Pembuatan Pelat Baru Dibengkel

Pembuatan pelat baru yang rata minimal 2 sisi sudah dipersiapkan kampuh las sehingga tidak perlu lagi pemotongan pada waktu pemasangan kulit pada kapal, sedangkan pada pelat baru dengan lengkung tunggal minimum satu sisi sudah dipersiapkan kampuh las terlebih dahulu. Setelah proses pembuatan pelat baru dibengkel pelat siap untuk dipasang pada kulit yang akan diganti.

II.3 Pemasangan Pelat Baru Di Kapal

Proses penggantian plat yang didapatkan tidak sesuai standart dapat dilakukan di bengkel. Contoh cara penggantian plat adalah dengan memotong plat yang akan diganti tetapi harus tidak merusak frame kapal. Dengan kata lain plat dipotong bagiannya dengan las tetapi dibagi memisah agar didapatkan frame yang masih utuh. Sedangkan sisa plat pada frame tadi di potong perlahan lalu dipersihkan dari sisa – sisa reruntuhan plat pada saat dilas. Setelah plat sisa pada frame bersih, kemudian dilakukan proses pemasangan plat baru dengan pengelasan. Jenis las yang digunakan adalah las electrode.



Gambar 2.8 Gambar pemasangan pelat baru pada kapal

Urutan pemasangan pelat baru adalah sebagai berikut :

- Las ikat dilakukan dulu dengan balok – balok memanjang atau melintang setelah itu baru las ikat dengan sisi kampuh lasnya.
- Pemasangan pelat penahan yang terbuat dari pelat dengan ketebalan sekitar 10 mm dipasang dengan sudut 70 s.d 80 derajat dengan kampuh lasnya dan jarak satu sama lain sekitar 400 s.d 500 mm.
Dipasang pelat penahan ini agar setelah pengelasan pelat baru tidak mengalami deformasi las dan agar permukaan pelat baru dan pelat lama sama tingginya.
- Pertama-tama las balok-balok melintangnya dimulai dari arah tengah kearah samping setelah itu pengelasan kampuh las dengan urutan sesuai dengan gambar dilaksanakan dengan pengelasan kepala ekor supaya deformasi las tidak terlalu besar. Pelaksanaan pengelasan dilaksanakan dari sisi luar setelah diadakan penyronan dengan carbon electrode dan pengerindaan.
- Hasil pengelasan diperiksa terlebih dahulu oleh pengawas las setelah itu oleh QA/QC (Quality Assurance / Quality Control) baru diundang Klasifikasi untuk pemeriksaan pengelasan dan tes kekadapan air.

II.3.1 Pemeriksaan hasil Lasan

Dilakukan inspeksi untuk mengecek kondisi las – las dikapal dan juga dilakukan tes kebocoran. Kondisi las – lasan yang dicek adalah *strength* (kekuatan) las, selain untuk menghindari terjadinya kebocoran pengecekan hasil las-lasan ditujukan agar replating pelat yang dilakukan tidak dibongkar ulang atau dilepas sehingga tidak menimbulkan kerugian pada kebutuhan pelat.

II.4 Kapal Tunda

II.4.1 Definisi Kapal Tunda

Kapal tunda (bahasa Inggris: *tugboat*) adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan manuver / pergerakan, utamanya menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut lepas atau melalui sungai atau

terusan. Kapal tunda digunakan pula untuk menarik tongkang, kapal rusak, dan peralatan lainnya.

Kapal tunda memiliki tenaga yang besar bila dibandingkan dengan ukurannya. Kapal tunda zaman dulu menggunakan mesin uap, saat ini menggunakan mesin diesel. Mesin Induk kapal tunda biasanya berkekuatan antara 750 sampai 3000 tenaga kuda (500 s.d. 2000 kW), tetapi kapal yang lebih besar (digunakan di laut lepas) dapat berkekuatan sampai 25 000 tenaga kuda (20 000 kW). Kebanyakan mesin yang digunakan sama dengan mesin kereta api, tetapi di kapal menggerakkan baling-baling. Dan untuk keselamatan biasanya digunakan minimum dua buah mesin induk.

Kapal tunda memiliki kemampuan manuver yang tinggi, tergantung dari unit penggerak. Kapal Tunda dengan penggerak konvensional memiliki baling-baling di belakang, efisien untuk menarik kapal dari pelabuhan ke pelabuhan lainnya. Jenis penggerak lainnya sering disebut Schottel propulsion system (*azimuth thruster/Z-peller*) di mana baling-baling di bawah kapal dapat bergerak 360° atau sistem propulsi Voith-Schneider yang menggunakan semacam pisau di bawah kapal yang dapat membuat kapal berputar 360°. (www.wikipedia.com).



Gambar 2.9 Gambar kapal tunda

II.4.2 Jenis – Jenis Kapal Tunda

Jenis-jenis kapal tunda antara lain sebagai berikut :

- Kapal tunda konvensional (Towing/Pusher Tug)

Kapal tunda yang digunakan sesuai dengan fungsi pada umumnya, yaitu untuk menarik atau mendorong kapal lain

- Kapal tunda serbaguna (Utility Tug)

Kapal tunda yang dapat digunakan untuk berbagai fungsi, seperti menarik tongkang, kapal rusak, dan lain-lain

- Kapal tunda pelabuhan (Harbour Tug)

Kapal tunda yang berfungsi untuk membantu kapal lain dengan ukuran besar yang akan bersandar ke pelabuhan atau keluar dari pelabuhan. Hal ini dikarenakan kapal dengan ukuran besar kesulitan untuk bermanuver di pelabuhan.

Faktor-faktor yang menentukan performa dari kapal tunda antara lain sebagai berikut :

1. Stabilitas kapal tunda
2. Berat kapal tunda
3. Daya main engine (bollard pull)
4. Tipe propulsi
5. Letak propeller, menentukan besarnya gaya tarik
6. Metode untuk membantu kapal yang lebih besar

Macam-macam kondisi operasi kapal tunda :

1. Keadaan free running yaitu kecepatan bebas saat tidak menarik (10-14 knots)
2. Kecepatan pada waktu menarik (4-6 knots)
3. Keadaan pada waktu menarik tiang bollard dengan kecepatan nol

II.5 Spesifikasi Kapal Tunda ANGGADA X

Data kapal yang didapat pada Kapal Tunda Anggada X berupa :

1. LOA : (*Length over All*)

Panjang kapal yang diukur dari garis tegak yang ditarik dari bagian badan kapal yang paling belakang sampai dengan bagian badan kapal yang paling depan atau merupakan panjang keseluruhan badan kapal.

2. B : (*Breadth*)

Jarak mendatar gading tengah kapal yang diukur pada bagian luar gading, dan tidak termasuk tebal kulit lambung.

3. H : (*Depth* atau tinggi geldak)

Jarak tegak dari baseline sampai geladak yang terendah, ditepi diukur ditengah-ditengah panjang kapal.

4. T : (*Draft* atau sarat)

Jarak tegak dari garis asar sampai pada garis air muatan penuh

5. LWT : (*Leigth Weigth Tonnage*)

Berat muatan kapal pada keadaan kosong atau berat yang meliputi berat konstruksi, berat mesin dan perlengkapannya, berat alat bongkar muat kapal serta berat mesin mooring kapal.

6. DWT : (*Death Weigth Tonnage*)

Berat muatan kapal yang dapat berubah-ubah yang meliputi muatan bersih kapal, berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat makanan dan minuman, berat air tawar.

7. Main Engine : (ME)

Mesin utama kapal yang berfungsi sebagai alat penggerak propeller yang menggerakkan kapal.

8. Kecepatan : (Vs)

Kemampuan kerja mesin utama yang disalurkan pada kapal yang digunakan pada operasionalnya. (diktat Rencana garis / Lines Plan).

Data-data kapal tunda yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Panjang kapal (Loa) : 27,02 m

2. Lebar kapal (B) : 8,20 m

3. Tinggi kapal (H) : 3,52 m
4. Sarat kapal (T) : 2,70 m
5. Main engine (ME) : 2 (dua) buah Mesin Diesel
NIGATA,6MG16X-A,4 Tak kerja
tunggal
6. Daya : 2 x 400 HP
7. Aux.Engine : 2 (dua) buah Mesin Diesel
YANMAR,6 HAL-N,4 Tak Kerja
Tunggal
8. Kecepatan (Vs) : 12,5 knot
9. GRT : 223 Ton
10. NRT : 67 Ton
11. RPM : 1.450
12. Owner : PT. (PERSERO) Pelabuhan
Indonesia III Unit Perkapalan



Gambar 2.10 Gambar kapal tunda Anggada X

II.6 Definisi Lambung Kapal

Lambung kapal atau *hull* adalah badan dari perahu atau kapal. Lambung kapal menyediakan daya apung yang mencegah kapal dari tenggelam. Rancang bangun lambung kapal merupakan hal yang penting dalam membuat kapal karena akan memengaruhi stabilitas kapal, kecepatan rencana kapal, konsumsi bahan bakar, draft/kedalaman yang diperlukan dalam kaitannya dengan pelabuhan yang akan disinggahi serta kedalaman alur pelayaran yang dilalui oleh kapal tersebut.

Sisi luar lambung kapal berbentuk lengkung pada beberapa kasus terdapat tekukan, penggambaran lambung kapal pada sebidang kertas gambar dinamakan rencana garis (*lines plan*), bentuk lambung kapal secara umum harus mengikuti kebutuhan daya apung, stabilitas, kecepatan, kekuatan mesin, olah gerak dan yang penting adalah kapal bisa dibangun.

Permukaan lambung kapal yang dimaksud diatas adalah permukaan *molded/molded surface* adalah permukaan yang dibentuk oleh sisi luar gading kapal atau sisi dalam kulit, hal ini berlaku untuk kapal baja, kapal aluminium dan kapal kayu untuk kapal *fibreglass/FRP* permukaan *molded* dibentuk oleh sisi luar kulit (lambung kapal). (diktat Rencana garis / *Lines Plan*).

II.7 Definisi Kulit Luar Kapal

Pada bagian lambung kapal terdapat kulit (*shell*) baik itu berupa lembaran pelat (pada kapal baja) ataupun pada kapal kayu yang berupa lapisan kayu yang disusun. Dalam hal ini yang diteliti adalah kapal Tunda, memiliki kulit luar berupa lembaran pelat baja. Pada lambung tersebut memiliki kulit kapal yang mempunyai tebal 8 mm. Kulit luar merupakan permukaan pelat yang tampak dari luar kapal, secara visual dapat dilihat langsung jika mengamati kapal. Sedangkan kulit kapal adalah plat – plat yang disambung menjadi lajur yang terdapat pada badan kapal biasa disebut dengan kulit kapal atau disebut juga *ship shell*.

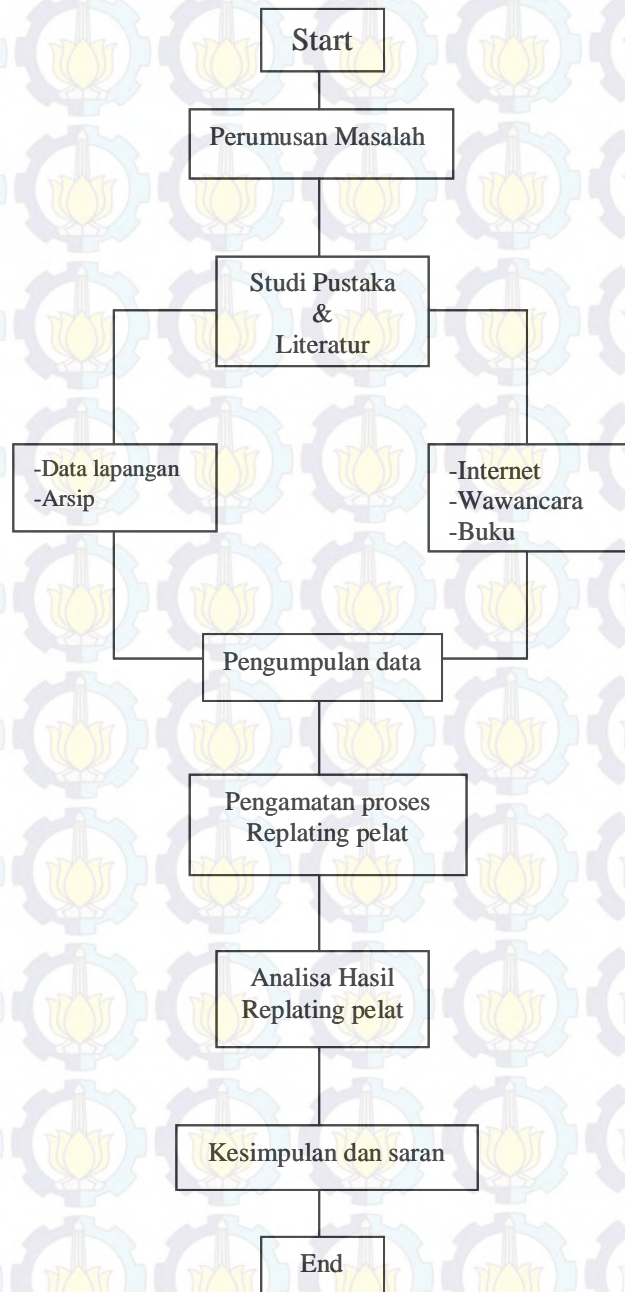
Fungsi dari kulit kapal ini adalah untuk penutup agar bagian dalam kapal dapat terlindungi dari air dari dasar hingga badan kapal. Pada perencanaannya terdapat dalam *Shell Expansion*, yaitu gambar dasar

perencanaan dari bentuk kulit . Sehingga dari gambar tersebut dapat diketahui bentuk plat, banyaknya plat yang akan digunakan serta berat plat . Dari bentuk tersebut dapat menjadi acuan untuk nantinya gambar tersebut digunakan pada saat reparasi kapal , pergantian kulit plat (replating), dan lain-lain.

BAB III METODOLOGI

III.1 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan Field Project, dapat digambarkan berdasarkan *flow chart* dibawah ini :



III 1.1 Studi Pustaka

Pada awal penelitian ini dilakukan pencarian data dari Literatur baik dari buku maupun dari internet guna menunjang kegiatan penulisan laporan Field Project ini. Acuan yang dicari dan digunakan dalam tahap studi pustaka ini adalah :

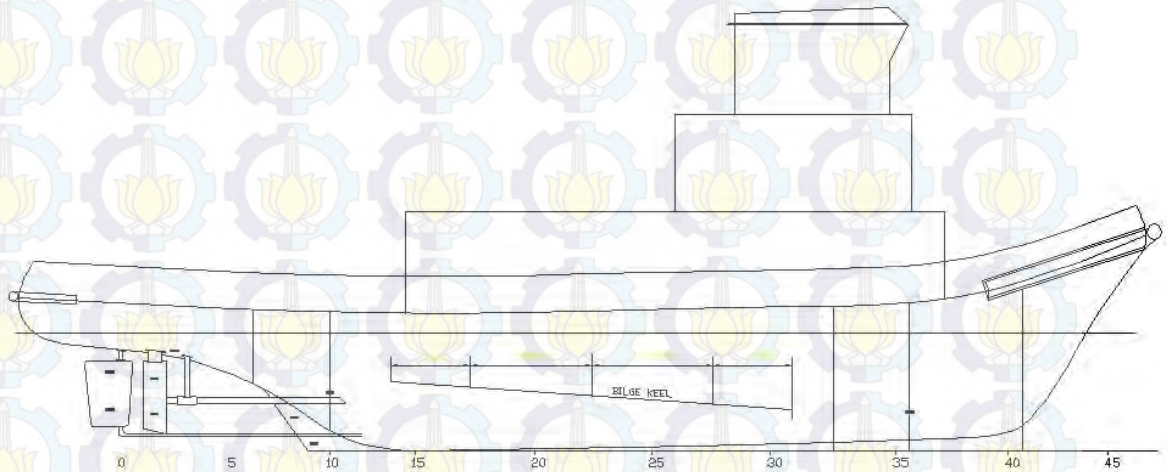
- a) Replating Pelat
- b) Proses Replating pelat
- c) Kapal Tunda

III.2 Observasi /Survey

Observasi dilakukan untuk mengamati proses secara langsung dan melihat hasil dari Sand Blasting yang diamati. Dalam teknik observasi, pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil data langsung di lapangan atau terkadang ikut melakukannya dan terlibat. Teknik observasi ini merupakan teknik yang tepat untuk dilakukan dalam penelitian ataupun dalam *field project*. Karena dengan teknik observasi bisa didapat data yang sesuai dengan kenyataan yang lapangan.

III.2.1 Sampel Observasi

Sampel observasi adalah kapal tunda Anggada X



Gambar 3.1 Gambar *port side* kapal tunda Anggada X

Ukuran utama :

Length Over All (Loa) : 27,02 m

Breadth (B) : 8,20 m

Depth (H) : 3,52 m

Draught (T) : 2,70 m

III.2.2 Lokasi Observasi

Lokasi yang dijadikan objek penelitian adalah galangan milik PT.PELINDO III Unit Perkapalan, Jalan Prapat kurung no.56 Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Yang merupakan tempat dimana kapal tunda Anggada X melakukan repair.

III.3 Pengumpulan Data

Data – data dari hasil penelitian dikumpulkan guna mendukung pelaksanaan Field Project. Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengumpulkan data tentang spesifikasi kapal tunda, tanggal mulai naik dok, proses-proses maintenance yang dilakukan. Pada proses replating data yang diperlukan meliputi, proses pembersihan lambung kapal, hingga proses pemasangan pelat baru. Serta proses – proses yang diperlukan dalam pelaksanaan Replating pelat sesuai dengan urutan dan cara – cara yang ditentukan.

III.3.1 Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengambil gambar atau foto di lapangan. Gambar atau foto yang diambil, sesuai dengan sistematika dan berlandaskan pada tujuan penelitian. Teknik dokumentasi ini dapat membantu dalam proses pengerjaan *field project* ini. Karena sebagai pendukung dari *field project* ini. Selain itu dapat dijadikan referensi guna sebagai pembanding antara gambar pada saat sebelum dilakukan proses Replating pelat maupun hasil setelah proses Replating pelat.

Selain dari hasil gambar atau foto di lapangan, metode pengumpulan data melalui teknik dokumentasi dapat dilakukan dengan cara merekam kegiatan sand blasting. Hasil rekaman berupa

video yang dapat menjadi pendukung pengumpulan data. Selain itu dari video tersebut dapat juga menganalisa proses Sand Blasting yang dilakukan sehingga dapat meminimalisir kekeliruan pada saat menganalisa.



Gambar 3.2 Gambar kapal tunda Anggada X sebelum Replating

III.3.2 Teknik Wawancara

Teknik wawancara merupakan teknik untuk mencari data dengan cara mencari informasi dari orang-orang yang bersangkutan langsung di lapangan yang berhubungan dengan kasus atau masalah yang diambil. Teknik wawancara ini juga memudahkan untuk mencari data. Dengan teknik wawancara bisa berinteraksi langsung dengan orang-orang yang bersangkutan. Sehingga dari hasil wawancara tadi dapat diperoleh informasi-informasi yang dibutuhkan dalam Field Project

III.4 Pengamatan Proses

Pada tahap ini adalah melakukan pengamatan terhadap proses replating pelat . Proses pengamatan adalah ketika kapal mulai dilakukan perawatan pada kulit luar lambung kapal, pembersihan bagian lambung kapal sampai selesainya keseluruhan proses replating pelat. Dari pengamatan ini nantinya didapat proses pelaksanaan replating pelat dan hasil dari pengamatan replating pelat tersebut.

Pada pelaksanaannya pengamatan proses Replating pelat dilaksanakan dengan rentan waktu yang sangat lama. Proses replating lambung terjadi di dalam dock sekitar satu bulan, pada rentan waktu tersebut proses dilakukan secara bertahap. Pada Replating pelat ini bertujuan sebagai proses maintenance rutin pada kapal yang dilakukan setiap 1 tahun sekali atau pada saat proses – proses docking kapal. Pengamatan proses Replating pelat yang diamati dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya :

- Proses docking (pengedockan) : Merupakan tahap awal dari pengamatan proses Replating dimana proses ini bermula kapal dikondisikan untuk masuk dock. Proses ini selalu dilakukan pada waktu – waktu maintenance (annual survey 1 tahun)), intermediet survey (2 1/2 tahun) dan special survey (5 tahun) guna mengawasi kondisi layak operasi bagi kapal terkait penjaminan keselamatan pelayaran.

- Pelaksanaan Pertama : Adalah pelaksanaan pada hari pertama dari proses Replating yang dilakukan. Dalam hal ini penulis mengikuti dan mengamati proses pada saat Replating berlangsung.
- Pelaksanaan kedua : Merupakan pelaksanaan pada proses Replating pelat yang dilakukan. Proses pelaksanaan kedua ini merupakan hari terakhir dari pelaksanaan Replating pelat.

III.5 Analisa Hasil Replating Pelat

Pada tahap ini yang dilakukan adalah menganalisa hasil dari proses replating pelat yang telah dilakukan. Mampu menemukan solusi dan manfaatnya terhadap galangan serta mengidentifikasi kegunaan dari replating plat pada lambung kapal seperti memperkecil kerusakan, memperkecil beban kerja kapal untuk kapal tunda itu sendiri.

Serta mampu mengidentifikasi apakah proses Replating pelat yang dilakukan pada lambung kapal telah berhasil atau tidak. Dapat dilihat dari hasilnya tidak ada lambung kapal yang bocor setelah proses replating yang dilakukan pada lambung kapal. Setelah menganalisa hasil Replating pelat pada bagian lambung, maka selanjutnya ialah mampu menemukan manfaat dari proses Replating pelat. Hal tersebut dapat berupa manfaatnya bagi kapal, dan bagi pihak – pihak lain yang berkait.

III.6 Kesimpulan

Dalam menentukan kesimpulan dan saran diharapkan mampu menyimpulkan proses yang terjadi pada saat prosedur pelaksanaan replating pelat. Dapat menemukan manfaat dari analisa proses yang dilakukan tersebut serta mampu memberi saran pada galangan selaku pengawas pelaksanaan dan kontraktor selaku pihak yang melaksanakan, dan diharapkan dapat memberi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisa Replating pelat , dimulai dari tahap persiapan (preparation), pelaksanaan, hasil Replating pelat, sampai dengan manfaat dari proses tersebut.

IV.1 Perhitungan Kebutuhan pelat baja

Sebelum dilakukan proses replating pelat, maka diperlukan adanya perhitungan untuk kebutuhan banyaknya pelat baja yang digunakan pada proses replating. Pelat baja yang digunakan adalah pelat baja dengan ukuran antara 8 mm – 10 mm, pelat tersebut merupakan pelat baja dengan standart marine use dan sering digunakan dalam proses pergantian pelat baru atau replating pelat. Karena pada batasan masalah pada laporan ini maka pembahasan hanya meliputi bagian lambung saja, maka dasar awal yang perlu dihitung adalah kebutuhan pelat baja untuk proses replating lambung kapal tunda anggada.

Pada kapal tunda Anggada X proses replating tidak dilakukan pada seluruh bagian lambung kapal kebutuhan keseluruhan untuk proses replating adalah 3032 kg untuk bagian atas garis air, dan 911,6 kg untuk bagian bawah garis air. Proses replating pelat baja pada lambung kapal dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian bawah garis air dan diatas garis air. Pada proses replating pelat pada bagian lambung kapal tunda Anggada X ukuran dari tiap-tiap pelat berbeda-beda agar diperoleh satu lajur pelat yang sama sebagai penggantinya.

Selain kebutuhan pelat baja yang harus diketahui, hal selanjutnya yang perlu diketahui adalah berapa saja ukuran-ukuran pelat yang diperlukan untuk proses replating lambung kapal serta berat masing-masing pelat sehingga diketahui total keseluruhan pelat yang digunakan. Dari penjelasan tersebut diatas dapat diuraikan macam-macam ukuran pelat serta beratnya sebagai berikut.

Pada replating bagian bawah garis air yang memerlukan total pelat 911.6 kg penjabarannya seperti pada tabel 4.1:

Tabel 4.1 : Kebutuhan replating pelat.

Lebar pelat	Panjang pelat	Tebal pelat	Berat pelat
500 mm	1000 mm	8 mm	31,2 kg
1100 mm	1400 mm	8 mm	96 kg
1100 mm	2100 mm	8 mm	144,1 kg
700 mm	1200 mm	8 mm	52,4 kg
1300 mm	1300 mm	8 mm	105,4 kg
700 mm	2230 mm	10 mm	121,7 kg
1000 mm	2000 mm	8 mm	124,8 kg
1100 mm	1400 mm	8 mm	96 kg
900 mm	2500 mm	8 mm	140 kg
Jumlah kebutuhan pelat			911,6 kg

Berdasarkan pada kebutuhan pelat, pemakaian ukuran ukuran pelat tidak sama sehingga kebutuhan nya berbeda pada tiap-tiap ukan serta ketebalan, untuk pergantian pelat pada garis bawah air bisa dilihat dominan penggunaan pelat adalah pelat dengan ketebalan 8mm adalah 8 pelat baja, sedangkan pelat yang memiliki ketebalan 10mm hanya dipergunakan satu buah dari data diatas dapat kita hitung prosentase kebutuhan pelat jika diketahui bahwa setiap bagian pelat diberikan jarak sekitar 100mm-200mm untuk pembuatan kampuh lasan.

Tabel 4.2 : Luasan pelat yang diganti

Lebar pelat	Panjang pelat	Luasan pelat
500 mm	1000 mm	0,5 m ²
1100 mm	1400 mm	1,54 m ²
1100 mm	2100 mm	2,31 m ²
700 mm	1200 mm	0,84 m ²
1300 mm	1300 mm	1,69 m ²

700 mm	2230 mm	1,56 m ²
1000 mm	2000 mm	2 m ²
1100 mm	1400 mm	1,54 m ²
900 mm	2500 mm	2,25 m ²
Jumlah luasan yang diperbaiki		14,23 m ²

Dari keterangan yang diperoleh diketahui bahwa pelat baru yang akan dipakai panjang dari tiap sisi pelat dilebihkan 100-200mm untuk kampuh lasan jadi jumlah luasan pelat yang akan direplating seperti pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 : Pelat baru yang disediakan

Lebar pelat	Panjang pelat	Luasan pelat
600 mm	1100 mm	0,66 m ²
1200 mm	1500 mm	1,8 m ²
1200 mm	2200 mm	2,64 m ²
800 mm	1300 mm	1,04 m ²
1400 mm	1400 mm	1,96 m ²
800 mm	2330 mm	1,86 m ²
1100 mm	2100 mm	2,31 m ²
1200 mm	1500 mm	1,8 m ²
1000 mm	2600 mm	2,6 m ²
Jumlah luasan yang disediakan		16,67 m ²

A1 = 16,67m² (luasan pelat yang disediakan)

A2 = 14,23 m² (luasan pelat yang dibutuhkan)

B1 = 911.6 kg

Jumlah perbandingan kebutuhan pelat pada proses replating:

$$\Rightarrow \frac{A1}{A2} = \frac{B1}{B2}$$

$$\Rightarrow \frac{16,67 \text{ m}^2}{14,23 \text{ m}^2} = \frac{911.6 \text{ kg}}{B2}$$

$$\Rightarrow 16,67 \text{ m}^2 \times B2 = 12.972,068 \text{ m}^2/\text{kg}$$

$$\Rightarrow B2 = \frac{12.972,068 \text{ m}^2/\text{kg}}{16,67 \text{ m}^2}$$

$$\Rightarrow B2 = 778,168 \text{ kg}$$

Jadi jumlah kebutuhan pelat yang perlu diganti untuk proses replating pelat adalah sekitar 778,168 kg.

Jumlah prosentase kelebihan pelat :

$$\Rightarrow 911,6 \text{ kg} - 778,168 \text{ kg} = 133,432 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow \frac{133,432 \text{ kg}}{778,168 \text{ kg}} \times 100\% = 17,14\%$$

Jadi untuk kebutuhan pelat yang disediakan sekitar 17,14 % dilebihkan untuk menghindari adanya kesalahan pada proses replating pada bagian bawah garis air serta sebagai tempat untuk pembuatan kampuh lasan.

Pada replating bagian atas garis air yang memerlukan total pelat 3032 kg penjabarannya seperti pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 : Kebutuhan replating pelat.

Lebar pelat	Panjang pelat	Tebal pelat	Berat pelat
1000 mm	1500 mm	8 mm	93,6 kg
700 mm	3100 mm	8 mm	135,4 kg
700 mm	4000 mm	8 mm	174,7 kg
1300 mm	3200 mm	8 mm	259,5 kg
700 mm	4000 mm	8 mm	174,7 kg
1530 mm	2600 mm	8 mm	248,2 kg
1530 mm	1600 mm	8 mm	152,7 kg
1200 mm	2200 mm	8 mm	164,7 kg
1100 mm	2100 mm	8 mm	144,1 kg
1500 mm	3000 mm	8 mm	208,8 kg
1270 mm	2300 mm	8 mm	182,2 kg
500 mm	3000 mm	8 mm	93,6 kg
600 mm	2400 mm	8 mm	89,8 kg

600 mm	3000 mm	8 mm	112,3 kg
600 mm	3000 mm	8 mm	112,3 kg
1300 mm	2500 mm	8 mm	202,8 kg
1300 mm	2000 mm	8 mm	162,2 kg
550 mm	1100 mm	8 mm	37,7 kg
600 mm	4000 mm	8 mm	149,8 kg
600 mm	3550 mm	8 mm	132,9 kg
Jumlah kebutuhan pelat			3032 kg

Pada replating bagian atas garis air terlihat kebutuhan pelat untuk replating adalah pelat dengan ketebalan 8mm, dan untuk ukurannya pelat pengganti pada bagian atas garis air terlihat lebih besar karena untuk perhentian pelat diatas garis air pergantian pelatnya harus satu lajur pelat.

Tabel 4.5 : Luasan pelat yang diganti.

Lebar pelat	Panjang pelat	Luasan pelat
1000 mm	1500 mm	1,5 m ²
700 mm	3100 mm	2,17 m ²
700 mm	4000 mm	2,80 m ²
1300 mm	3200 mm	4,16 m ²
700 mm	4000 mm	2,80 m ²
1530 mm	2600 mm	3,97 m ²
1530 mm	1600 mm	2,44 m ²
1200 mm	2200 mm	2,64 m ²
1100 mm	2100 mm	2,31 m ²
1500 mm	3000 mm	4,5 m ²
1270 mm	2300 mm	2,92 m ²
500 mm	3000 mm	1,5 dm ²
600 mm	2400 mm	1,44 m ²
600 mm	3000 mm	1,8 m ²
600 mm	3000 mm	1,8 m ²
1300 mm	2500 mm	3,25 m ²

1300 mm	2000 mm	2,6 m ²
550 mm	1100 mm	0,6 m ²
600 mm	4000 mm	2,4 m ²
600 mm	3550 mm	2,13 m ²
Jumlah luasan yang diperbaiki		49,73 m ²

Seperti halnya pada bagian bawah garis air pada bagian atas garis air panjang dari tiap sisi pelat dilebihkan 100-200mm untuk kampuh lasan jadi jumlah luasan pelat yang direplating seperti pada tabel 4.6:

Tabel 4.6 : Pelat baru yang disediakan

Lebar pelat	Panjang pelat	Luasan pelat
1100 mm	1600 mm	1,54 m ²
800 mm	3200 mm	2,56 m ²
800 mm	4100 mm	3,28 m ²
1400 mm	3300 mm	4,62 m ²
800 mm	4100 mm	3,28 m ²
1630 mm	2700 mm	4,4 m ²
1630 mm	1700 mm	2,77 m ²
1300 mm	2300 mm	2,99 m ²
1200 mm	2200 mm	2,64 m ²
1600 mm	3100 mm	4,96 m ²
1370 mm	2400 mm	3,28 m ²
600 mm	3100 mm	1,86 dm ²
700 mm	2500 mm	1,75 m ²
700 mm	3100 mm	2,17 m ²
700 mm	3100 mm	2,17 m ²
1400 mm	2600 mm	3,64 m ²
1400 mm	2100 mm	2,94 m ²
650 mm	1200 mm	0,78 m ²
700 mm	4100 mm	2,87 m ²

700 mm	3650 mm	2,56 m ²
Jumlah luasan yang diperbaiki		57,06 m ²

A1 = 57,06 m² (luasan pelat yang disediakan)

A2 = 49,75 m² (luasan pelat yang dibutuhkan)

B1 = 3032 kg

Jumlah perbandingan kebutuhan pelat pada proses replating:

$$\Rightarrow \frac{A1}{A2} = \frac{B1}{B2}$$

$$\Rightarrow \frac{57,06 \text{ m}^2}{49,75 \text{ m}^2} = \frac{3032 \text{ kg}}{B2}$$

$$\Rightarrow 57,06 \text{ m}^2 \times B2 = \text{m}^2/\text{kg}$$

$$\Rightarrow B2 = \frac{150.842 \text{ m}^2/\text{kg}}{57,06 \text{ m}^2}$$

$$\Rightarrow B2 = 2643,57 \text{ kg}$$

Jadi jumlah kebutuhan pelat yang perlu diganti untuk proses replating pelat adalah sekitar 2643,57 kg.

Jumlah prosentase kelebihan pelat :

$$\Rightarrow 3032 \text{ kg} - 2643,57 \text{ kg} = 388,43 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow \frac{388,43 \text{ kg}}{2643,57 \text{ kg}} \times 100\% = 14,69\%$$

Jadi untuk kebutuhan pelat yang disediakan sekitar 14,69 % dilebihkan untuk menghindari adanya kesalahan pada proses replating pada bagian atas garis air.

Jadi pada proses replating pelat lambung kapal tunda Anggada X kebutuhan pelatnya sebanyak 26 lembar pelat dengan berat yaitu 3032 kg + 911.6 kg = 3943.6 kg keseluruhan.

IV.2 Persiapan Replating pelat

Tahap persiapan adalah tahap awal dimulainya proses Replating pelat. Persiapan yang dimaksud ialah mempersiapkan segala sesuatu yang berhubungan dengan Replating pelat , baik berupa kesiapan alat, bahan, serta

pekerja yang nantinya terlibat dalam pelaksanaan proses tersebut. Selain itu kesiapan dari kapal yang akan di Replating juga mendukung.

IV.2.1 Penataan Ganjal

Pada tahap ini merupakan tahap dimana kapal masuk untuk diletakkan di Graving dock. Graving Dock yang digunakan untuk kapal tunda Anggada X adalah Graving Dock 1 dengan ukuran panjang 45 m, lebar 12 m, dan tinggi 5 m. Sebelum kapal mulai masuk diawali dengan penataan ganjal badan kapal. Karena fasilitas di galangan PT.Pelindo 3 (persero) Unit Perkapalan terbatas dan tidak adanya docking plan, maka penataan ganjal dilakukan secara manual. Ganjal berupa balok-balok kayu yang diletakkan secara memanjang dan ketinggiannya diatur sedemikian rupa, hingga antara ganjal satu dengan yang lain memiliki ketinggian yang sama pada penataan ganjalan diatur agar letak ganjalan bisa menopang kapal.



Gambar 4.1 : Gambar penataan ganjal kapal

IV.2.2 Pengisian Air di Graving Dock

Setelah ganjal tertata sesuai dengan panjang kapal / LPP , maka kedua katup penahan air yang terletak di pintu graving dock dibuka, agar air dapat masuk dibantu oleh tekanan air dari luar graving dock, pada saat pengisian air pembukaan katup penahan dilakukan secara bertahap agar tekanan pada pintu dock tidak berlebihan.



Gambar 4.2 : Gambar katup pintu apung yang terbuka

IV.2.3 Pintu Graving Dock dibuka

Setelah permukaan air pada kolam Graving Dock sama dengan permukaan air laut, maka pintu Graving Dock yang berupa dok apung mulai dibuka. Secara otomatis jika permukaan air pada kolam graving dock sama dengan permukaan air, maka pintu akan mengapung, karena pada saat yang bersamaan ada tangki yang berfungsi sebagai ballast (pemberat) didalam pintu apung, airnya dipompa keluar, sehingga pintu tersebut dapat mengapung. Lalu rantai yang berfungsi sebagai penahan antara pintu dan pondasi kolam dibuka. Setelah rantai terbuka maka petugas akan menarik salah satu sisi dari pintu apung tersebut agar menjauh dari depan graving dock.



Gambar 4.3 : Gambar pintu apung yang mulai terbuka

IV.2.4 Kapal Masuk Graving Dock

Pada proses masuknya kapal pada gravingdock, merupakan proses yang terpenting juga yang paling sulit dilakukan, karena menghindari adanya tabrakan dengan dinding-dinding dari gravingdock yang bisa mengakibatkan pembengkokan pada bagian yang seharusnya tidak diperbaiki.



Gambar 4.4 : Gambar kapal masuk ke Graving Dock

Setelah pintu graving dock terbuka sepenuhnya, maka petugas mulai menarik kapal secara bersamaan, dari sisi kanan dan kiri kapal, dengan posisi buritan terlebih dahulu masuk ke dalam kolam Graving Dock. Setelah posisi badan kapal seluruhnya masuk di dalam kolam Graving dock, maka pintu apung tadi ditarik kembali di depan kolam graving dock. Tahap selanjutnya ialah memasang kembali rantai pada pondasi Graving dock.

Pada proses ini disertai dengan pengisian ballast dengan air laut pada tangki pintu apung. Gunanya adalah sebagai pemberat yang nantinya membuat pintu apung dan pondasi dapat bersandar erat dan membuat sebuah bangunan yang kedap air. Setelah pintu terpasang, maka air didalam kolam dipompa keluar. Proses pompa ini berlangsung kurang lebih 6 jam. Hal ini dikarenakan pompa yang digunakan hanya satu. Sebenarnya ada dua pompa di tiap Graving Dock, karena kurangnya perawatan terhadap pompa, maka satu pompa untuk Graving Dock 1 rusak, sehingga proses pemompaan air yang berada didalam kolam graving dock 1 berjalan lambat.



Gambar 4.5 : Gambar air dalam kolam dipompa keluar

Pada saat air didalam kolam graving dock mulai surut, maka ada tim penyelam yang berjumlah dua orang masuk untuk melihat apakah posisi ganjal telah lurus dengan keel kapal. Jika kapal tidak lurus dengan ganjal, maka penyelam akan menggeser dan memposisikan ganjal agar tepat dengan keel. Setelah kapal mulai duduk pada ganjal tadi, maka di kanan kiri lambung diberi penahan berupa batang kayu berdiameter kurang lebih 15 cm serta panjang yang disesuaikan antara jarak dinding graving dock dengan badan kapal, agar kapal tidak bergeser pada saat repair.



Gambar 4.6 : Gambar kayu penahan kapal

IV.2.5 Scraping

Setelah kapal berada di dalam graving dock sesuai dengan perencanaan, maka yang dilakukan selanjutnya adalah proses scraping. Proses scraping adalah membersihkan bagian kulit luar lambung kapal yang terdapat tritip dan fouling yang menempel. Scraping merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyiapkan permukaan benda logam. Scraping dapat dilakukan dengan alat berupa lempengan besi (mirip sekop) yang diikatkan pada kayu. Gunanya adalah agar tritip dapat terkelupas. Selain itu Scraping juga dapat menggunakan gerinda agar fouling dapat terkelupas secara cepat.



Gambar 4.7 : Gambar pekerja melakukan scraping

Proses scraping pada kapal tunda Anggada X dilakukan setelah air dalam kolam Graving Dock surut, karena permukaan pelat pada lambung kapal masih basah oleh air laut, sehingga fouling dan tritip yang menempel dapat mudah dibersihkan. Kelemahan dari proses ini ialah, pembersihan yang dilakukan tidak dapat membuang tritip dan fouling secara sempurna, karena akar dan beberapa bekas dari tritip maupun fouling masih terlihat jelas.



Gambar 4.8 : Gambar bekas fouling yang masih terlihat di lambung kapal

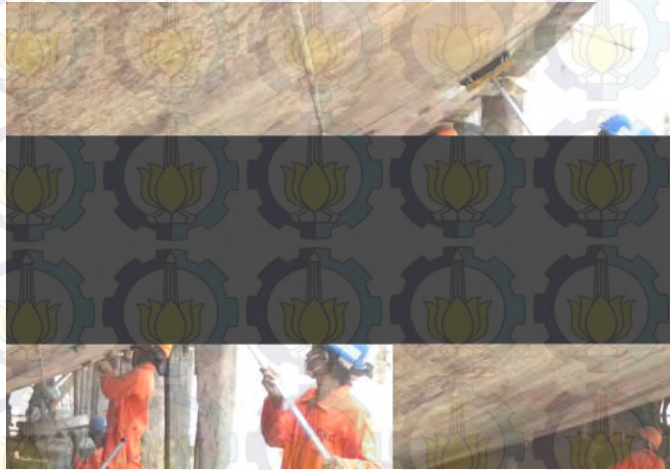
IV.2.6 *Spraying*

Spraying adalah salah satu metode untuk menyiapkan permukaan benda logam. Mekanisme kerja spraying adalah menyembrotkan air pada bagian lambung kapal yang akan dilakukan sand blasting, tujuannya adalah agar permukaan lambung menjadi lebih bersih dan pada saat sand blasting tritip dan fouling lebih mudah terkelupas.



Gambar 4.9 : Gambar pelaksanaan proses spraying

Proses spraying dilakukan setelah proses scraping , biasanya tergantung permintaan dari owner. Ada juga pada beberapa kapal tidak melakukan proses tersebut, melainkan langsung proses Ultrasonic Test (UT),selanjutnya proses sand blasting. Pada saat proses spraying dilakukan disertai dengan pembersihan lambung kapal pula, jadi pada saat operator menyembrotkan air, para pekerja yang lain juga ikut membersihkan lambung kapal. Pembersihan dilakukan dengan sikat biasa yang terbuat dari plastik.



Gambar 4.10 : Gambar pelaksanaan proses pembersihan dengan alat tangan

Pada beberapa metode persiapan pembersihan permukaan diatas merupakan salah satu metode pembersihan dengan alat tangan dan alat mekanis (hand and power tool cleaning). Hal ini berkaitan dengan pembersihan yang menggunakan gerinda (grinding), sikat mekanis (machine brushing), sikat baja (wire brushing) dan sekrap (scraping). Metode ini jelas sekali tidak se efektif metode sand blasting, karena sifat dari metode tersebut hanya untuk jangka pendek dan mempermudah proses sand blasting.

IV.2.7 Proses Sand Blasting

Pada tahap ini adalah dimulainya proses sand blasting dari awal sampai akhir. Proses ini meliputi pengecekan alat berupa kompresor, selang, sand pot, nozzle, helm dan pakaian keselamatan untuk operator, serta persiapan silica sand / pasir kuarsa. Lalu pelaksanaan sand blasting yang dilaksanakan 2 malam. Untuk pelaksanaan pada sand blasting lambung kapal tunda Anggada X ini dipersiapkan 40 karung pasir kuarsa, dimana tiap karungnya seberat kurang lebih 15 kg.



Gambar 4.11: Gambar proses sand blasting

IV.3 Proses Pemeriksaan ketebalan pelat

Metode pemeriksaan ketebalan plat yang biasanya digunakan adalah *UTT (Ultrasonic Tightness Test)*. Untuk mempertimbangkan efisiensi kerja biasanya pemeriksaan plat ini didasarkan pula pada dokumen yang ada yaitu konstruksi (Bukaan Kulit) dan data survey tahun lalu agar tidak perlu memeriksa kembali plat – plat yang telah diganti pada survey sebelumnya. Contoh plat yang harus diganti : ditemukan ketebalan Plat awal adalah 14 mm sedangkan setelah diukur pada survey didapatkan nilai 11,2 mm, berdasarkan peraturan Class BKI jika ketebalan plat minimal adalah harus tidak kurang dari 80% ketebalan plat semula. Sehingga pada kasus tersebut ukuran 11,2 mm sebenarnya memenuhi standart minimal ketebalan plat, maka keputusan penggantian plat dapat dipertimbangkan kembali bersama pihak owner dan class serta surveyor.

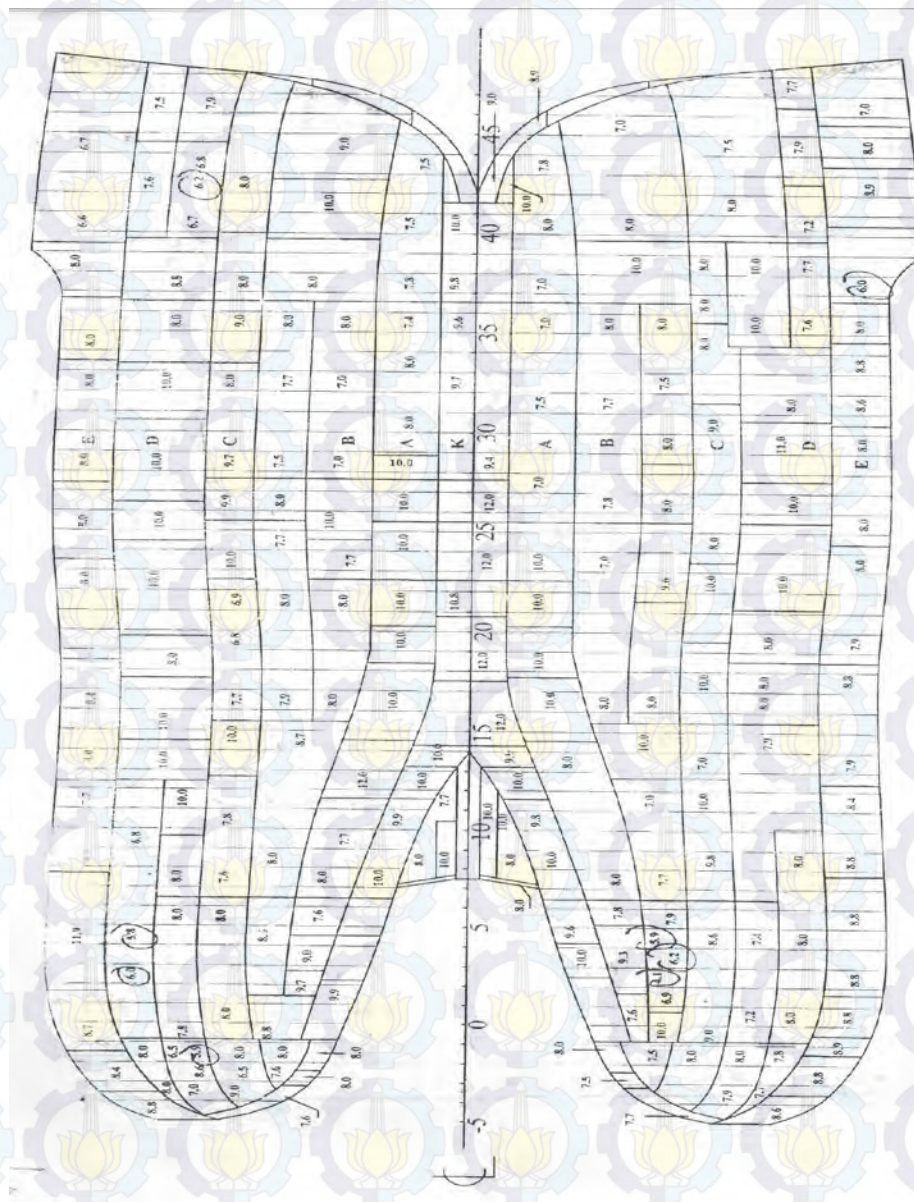


Gambar 4.12 : Alat pengukur ketebalan Plat



Gambar 4.13 : Penaandaan setelah proses
UTT (Ultrasonic Tightness Test).

Ultrasonic Test dilakukan pada bagian kapal yang tercelup air laut, yaitu keel plate, bottom plate, bilge plate, side plate, dan bullwark. Selain itu masing-masing deck juga dilihat ketebalannya. Pemeriksaan juga meliputi Tangki-tangki yang terdapat didalam kapal, misal fresh water tank, fuel tank, dll. Proses UT lebih mudah dilaksanakan apabila proses sand blasting telah dilaksanakan, karena fouling , teritip, dan kotoran lain yang menempel pada badan kapal telah dibersihkan pada saat sand blasting.



Gambar 4.14 : Bagian-bagian yang telah dilakukan proses Ultrasonik

IV.4 Proses Replating

Proses penggantian plat yang didapatkan tidak sesuai standart dapat dilakukan di bengkel. Contoh cara penggantian plat adalah dengan memotong plat yang akan diganti tetapi harus tidak merusak frame kapal. Dengan kata lain plat dipotong bagiannya dengan las tetapi dibagi memisah agar didapatkan frame yang masih utuh. Sedangkan sisa plat pada frame tadi di potong perlahan lalu dipersihkan dari sisa – sisa reruntuhan plat pada saat dilas. Setelah plat sisa pada frame bersih, kemudian dilakukan proses

pemasangan plat baru dengan pengelasan. Jenis las yang digunakan adalah las electrode.



Gambar 4.15 : Bagian yang direplating

IV.4.1 Pelaksanaan pertama.

Pada tahap ini merupakan langkah awal dari proses replating adalah sebelum dilakukan proses pengelasan yaitu seluruh tangki – tangki harus dicek dan dipastikan dalam keadaan bersih, terutama tangki bahan bakar dan muatan zat kimia lain harus dipastikan dalam kondisi *gas free*. Proses pembersihan tangki bahan bakar ini biasanya dilakukan dengan metode inert gas : dengan menyemprotkan gas CO₂ kedalam tangki kemudian dibiarkan selama kurang lebih 2 hari (*atau 1 hari dengan penambahan blower*) agar gas beracun didalam tangki berkurang. Berkaitan dengan pengelasan, sebelum dilakukan hal tersebut maka harus dicek dokumen tentang gas free.

Setelah proses pengecekan tangki-tangki, dilanjutkan dengan proses pemotongan pelat yang akan diganti sesuai dengan kebutuhan serta tempat pelat yang akan diganti.



Gambar 4.16 : Proses pemotongan pelat lama

IV.4.2 Pelaksanaan Kedua

Setelah proses pemotongan plat dilaksanakan dan penandaan lokasi balokbalok melintang atau memanjang dengan kapur atau cat dan dilakukan diluar hubungan balok konstruksi dengan plat kulit agar jangan sampai balok konstruksinya ikut terpotong. Bagian plat kulit yang masih tersisa pada balok konstruksi harus dibersihkan.

Pemasangan pelat pada bagian yang telah dipersiapkan dengan pelat pengganti sesuai dengan ukuran dan ketetapan pergantian plat. Pemasangan pelat terlebih dahulu dilas bagian balok – balok melintangnya dimulai dengan las awal bagian tengah dilanjutkan kearah samping setelah itu pengelasan kampuh las dengan urutan sesuai dengan gambar dilaksanakan pengelasan kepala ekor supaya deformasi las tidak terlalu besar. Pengelasan dilanjutkan dari sisi dalam, selanjutnya dari sisi luar setelah dilakukan penyerongan dengan carbon electrode dan penggerindaan.



Gambar 4.17 : Proses pemasangan pelat baru



Gambar 4.18 : Proses pengelasan pelat baru

IV.5 Analisa Hasil Replating

Pada bagian ini adalah mengamati hasil Replating pelat yang telah dilakukan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses Replating pelat yang dilakukan telah berhasil atau tidak, dan juga untuk mengetahui pemasangan pelat sesuai dengan ketentuannya.

IV.5.1 Pengecekan terhadap Replating

Menguji kedekatan las pada sambungan - sambungan plat dengan teliti dan melakukan centering, alignment dua kali, diatas dock pekerjaan pemasangan, dan diatas air pekerjaan pengencangan (tighting), karena akan terjadi perbedaan temperatur dan tekanan yang signifikan antara diatas dock dan diatas air laut.

Pada tahapan ini dilakukan inspeksi untuk mengecek kondisi las – las dikapal dan juga dilakukan tes kebocoran. Kondisi las – lasan yang dicek adalah *strength* (kekuatan) las biasanya dengan metode thunderscat. pengecekan ini dilakukan oleh pengawas las oleh QA/QC (Quality Assurance / Quality Control), setelah itu dilakukan pengecekan oleh biro Klasifikasi.



Gambar 4.19 : Gambar proses pengecekan lasan

IV.6 Manfaat Replating pelat

Ada beberapa manfaat dari Replating pelat itu sendiri, baik ditinjau dari segi perawatan kapal maupun dari kelanjutan proses maintenance kapal tersebut.

IV.6.1 Pergantian pelat lama

Merupakan fungsi yang paling utama dalam Replating pelat, yaitu mengganti pelat kapal lama yang tipis karena proses korosi serta penipisan pada pelat lambung kapal. Korosi tersebut sangat mengganggu keberadaanya pada pelat, karena dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan ketebalan pelat berkurang, sehingga bisa juga berakibat kebocoran serta untuk kelayakan penggunaan kapal sangat tidak baik.



Gambar 4.20 : Pelat yang mengalami penipisan

Pada gambar diatas terlihat pelat yang telah mengalami korosi dan terlihat terjadi pengikisan ketebalan pelat . Pada pelat yang mengalami korosi terlihat pada permukaannya terdapat lubang –lubang yang dapat menimbulkan kebocoran pada kapal, maka dari itu proses replating dilakukan untuk mengurangi resiko terjadinya kebocoran karena korosi pada lambung kapal.

IV.6.2 Proses Annual Survey

Replating juga dimasukkan dalam jadwal survey tahunan yang biasanya dilakukan pada waktu 1 tahun (+ 3 bulan berdasarkan ketentuan Class). Hal – hal yang dikoreksi adalah 45 items dimana semua bagian – bagian di bawah garis air, seperti : plat, kemudi, stren tube, propeller dan beberapa hal penting permintaan owner. Dalam hal ini dapat dilakukan underwater survey. Saat survey ini kategori kapal yang dianjurkan masuk ke dok adalah kapal penumpang, kapal bulk carrier dan khususnya kapal – kapal baru. Dan proses Replating dilakukan pada saat ditemukan kebocoran pada kapal baru.

IV.6.3 Proses Intermediet Survey

Survey antara, dilakukan antara Annual Survey dan Special Survey. Replating biasanya dilakukan dalam kurun waktu 2 ½ tahun + 6 bulan. Ketika survey ini seluruh kapal diwajibkan naik dok dan melakukan seluruh tahapan *DOCKING*. Termasuk proses Replating bada bagian – bagian kapal. untuk proseskegunaan jangka panjang.

IV.6.2 Proses Special Survey

Survey yang dilakukan setelah 5 tahun. Dimana saat ini kapal harus mengganti keseluruhan part dari alat – alat yang terinstalasi dikapal, harus disurvey keseluruhan dan harus naik dok sehingga kapal melakukan peremajaan ulang seluruh bagian – bagiannya. Akan tetapi jika saat disurvey didapatkan bagian yang telah diganti dan dinyatakan masih sesuai standart maka hal ini dikategorikan masih lulus survey.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa kebutuhan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

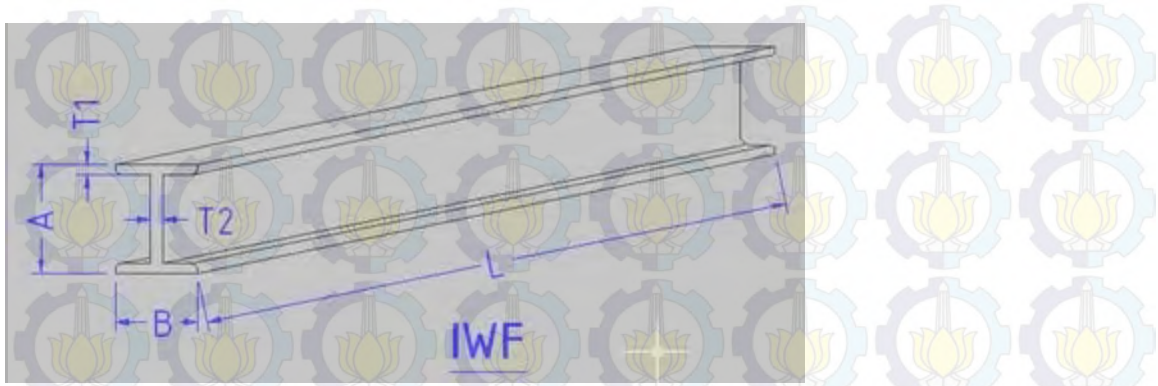
1. Kebutuhan replating pelat lambung pada bagian bawah garis air adalah sebagai berikut :
 - Jumlah kebutuhan pelat : 911,6 kg
 - Jumlah luasan yang diperbaiki : 14,23 m²
 - Jumlah prosentase untuk kelebihan pelat : 17,14 %
2. Kebutuhan replating pelat lambung pada bagian atas garis air adalah sebagai berikut :
 - Jumlah kebutuhan pelat : 3032 kg
 - Jumlah luasan yang diperbaiki : 49,73 m²
 - Jumlah prosentase untuk kelebihan pelat : 14,69 %
3. Pada proses replating pada kapal tunda Anggada X dapat diketahui tahapan-tahapannya mulai dari proses awal masuknya kapal ke graving dock, penataan ganjal, pembersihan lambung kapal hingga proses sand blasting sebelum dilakukan proses replating pelat pada lambung kapal, dan setelah itu diikuti proses replating yang dimulai dengan pemotongan pelat lama hingga pemasangan pelat baru.
4. Replating pelat tidak hanya berguna untuk mengganti pelat lama yang mengalami penipisan akibat korosi air laut. Akan tetapi proses tersebut juga berguna sebagai kelanjutan dari proses-proses docking berkelanjutan. Pada annual survey, pengecekan terhadap pelat kulit juga dilakukan untuk melihat apakah adanya cacat yang terjadi pada kapal baru. Sedangkan pada intermediat survey dan special survey proses replating diperlukan untuk mendukung kinerja kapal secara berkala.

5.2 Saran

Pada pelaksanaan proses replating pelat pada lambung kapal tunda seharusnya dilakukan secara berkala agar diketahui kebutuhan serta hasil proses replating pada pengedockan sebelumnya.

Diharapkan tahapan - tahapan perencanaan proses replating selanjutnya akan lebih baik pengerjaannya serta ditarapkan secara benar baik bagi galangan – galangan kapal di Indonesia.

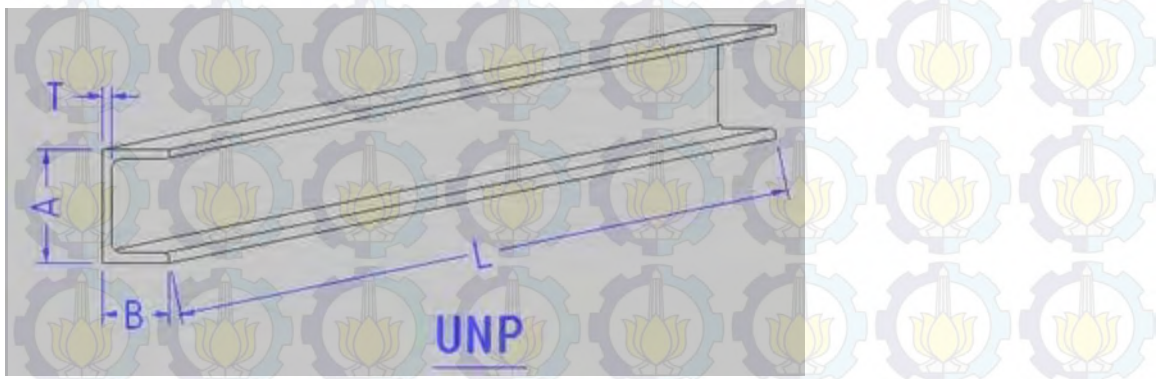
Pada proses replating pelat baja ini diharapkan bermanfaat untuk kebutuhan dari kapal tunda dalam segi kegunaan untuk jangka panjang serta umur dari pemakaian kapal tersebut.



IWF

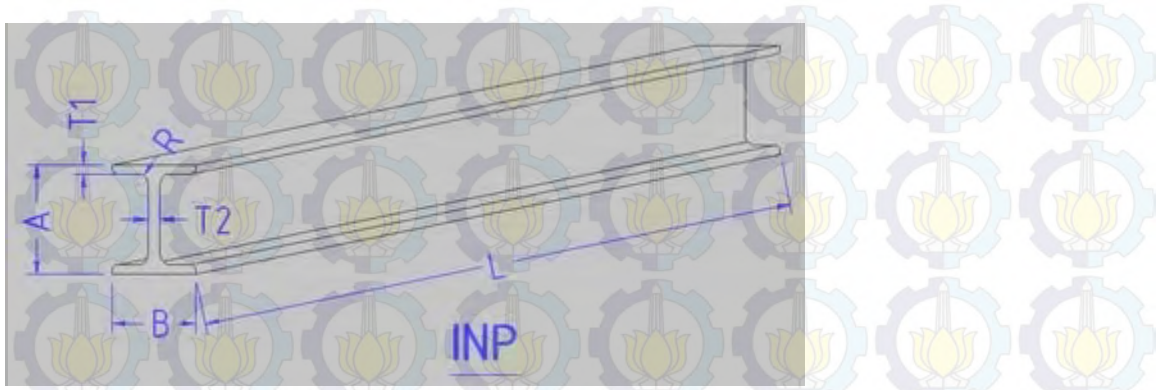
NO	A	B	T1	T2	L (m)	Weight (kg)
1	100	50	5.0	7.0	12	112.0
2	125	60	6.0	8.0	12	158.4
3	148	100	6.0	9.0	12	253.2
4	150	75	5.0	7.0	12	168.0
5	175	90	5.0	8.0	12	217.2
6	198	99	4.5	7.0	12	218.4
7	200	100	3.2	4.5	12	143.0
8	200	100	5.5	8.0	12	256.0
9	248	124	5.0	8.0	12	308.4
10	250	125	6.0	9.0	12	355.2
11	298	149	6.0	8.0	12	384.0
12	300	150	6.5	9.0	12	440.4
13	346	174	6.0	9.0	12	497.0
14	350	175	7.0	11.0	12	595.2
15	396	199	7.0	11.0	12	679.5
16	400	200	8.0	13.0	12	792.0
17	446	199	8.0	12.0	12	794.4
18	450	200	9.0	14.0	12	912.0
19	496	199	9.0	14.0	12	954.0
20	500	200	10.0	16.0	12	1075.0
21	588	300	12.0	20.0	12	1812.0
22	596	199	9.0	14	12	1135.0
23	600	200	11.0	17.0	12	1272.0
24	700	300	13.0	24.0	12	2220.0
25	800	300	14.0	26.0	12	2520.0

Ket: A,B,T1,T2 dan R ukuran dalam mm



UNP

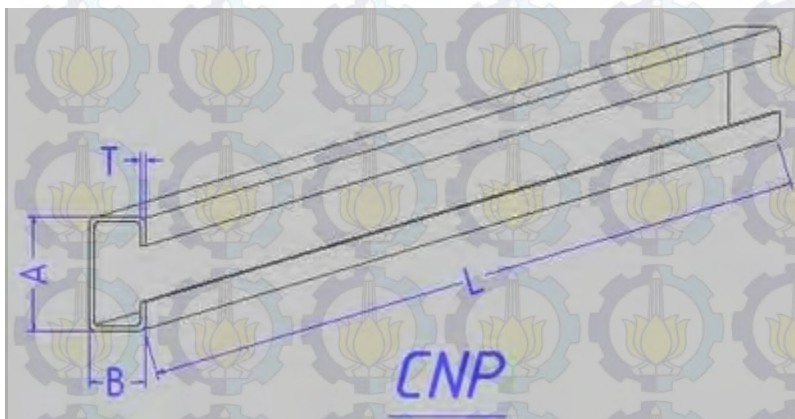
NO	A (mm)	B (mm)	T (mm)	L (m)	Weight (kg)
1	50	38	5.0	6	33.5
2	65	42	5.5	6	42.5
3	75	40	5.0	6	41.5
4	80	45	5.0	6	47.8
5	100	50	5.0	6	56.2
6	120	55	7.0	6	80.4
7	125	65	6.0	6	80.4
8	140	55	7.0	6	96.0
9	150	75	6.5	6	112.0
10	160	66	7.0	6	115.5
11	180	75	7.0	6	132.0
12	200	75	7.5	6	148.0
13	200	80	7.5	6	152.0
14	220	80	9.0	6	187.5
15	240	85	7.1	6	182.5
17	250	90	9.0	6	416.0
18	300	90	9.0	6	229.0
19	300	100	10.0	6	556.0
20	380	100	10.5	12	654.0
21	180	70	8.0	12	271.0
22	200	75	8.5	12	310.0
23	220	80	9.0	12	371.0
24	240	85	9.5	12	410.0
25	250	80	7.1	12	365.0
26	250	90	9.0	12	208.0
27	260	90	10.0	12	456.0
28	280	95	10.0	12	500.0
29	300	90	9.0	12	458.0
30	300	100	10.0	12	556.0
31	320	100	14.0	12	714.0



INP

NO	A	B	T1	T2	R	L (m)	Weight (kg)
1	80	42	3.9	5.9	2.3	6	38.5
2	100	50	4.5	6.8	2.7	6	50.6
3	120	58	5.1	7.7	3.1	6	67.5
4	140	66	5.7	8.6	3.4	6	87.5
5	150	73	6.0	7.0		6	97.5
6	160	74	6.5	9.5	3.8	6	108.5
7	180	82	6.9	10.4	4.1	12	270.0
8	200	90	7.5	11.3	4.5	12	315.0
9	220	98	8.1	12.2	4.9	12	373.0
10	240	106	8.7	13.1	5.2	12	435.0
11	250	125	7.5	12.5		12	460.0
12	260	113	9.4	14.1	5.6	12	503.0
13	280	119	10.1	15.2	6.1	12	580.0
14	300	125	10.8	16.2	6.5	12	661.0
15	320	131	11.3	17.3	6.9	12	750.0
16	340	137	12.2	18.3	7.3	12	833.0
17	360	143	13.0	19.5	7.8	12	926.0
18	380	149	13.7	20.5	7.8	12	1026.5
19	400	155	14.0	22.0	8.6	12	1136.5
20	450	170	16.2	24.3	9.7	12	1400.0
21	500	185	18.0	27.0	10.8	12	1707.0

Ket: A,B,T1,T2 dan R ukuran dalam mm



CNP (CHANNEL C)

NO	A (mm)	B (mm)	T (mm)	L (m)	Weight (kg)
1	60	30	1.6	6	9.76
2	75	35	1.6	6	12.40
5	75	45	3.2	6	25.96
6	100	50	1.2	6	13.12
7	100	50	1.6	6	17.29
8	100	50	2.0	6	21.37
9	100	50	2.3	6	24.36
10	100	50	2.5	6	26.32
11	100	50	3.0	6	31.13
12	100	50	3.2	6	33.00
13	125	50	1.2	6	14.53
14	125	50	1.6	6	19.48
15	125	50	2.0	6	23.72
16	125	50	2.3	6	27.07
17	125	50	2.5	6	29.27
18	125	50	3.0	6	34.66
19	125	50	3.2	6	36.77
20	150	50	1.2	6	15.94
21	150	50	1.6	6	21.06
22	150	50	2.0	6	16.08
23	150	50	2.3	6	29.78
24	150	50	2.5	6	32.31
25	150	50	3.0	6	38.19
26	150	50	3.2	6	40.54
27	150	65	1.2	6	17.64
28	150	65	1.6	6	23.32
29	150	65	2.0	6	27.91
30	150	65	2.3	6	33.03
31	150	65	2.5	6	35.74
32	150	65	3.0	6	42.43

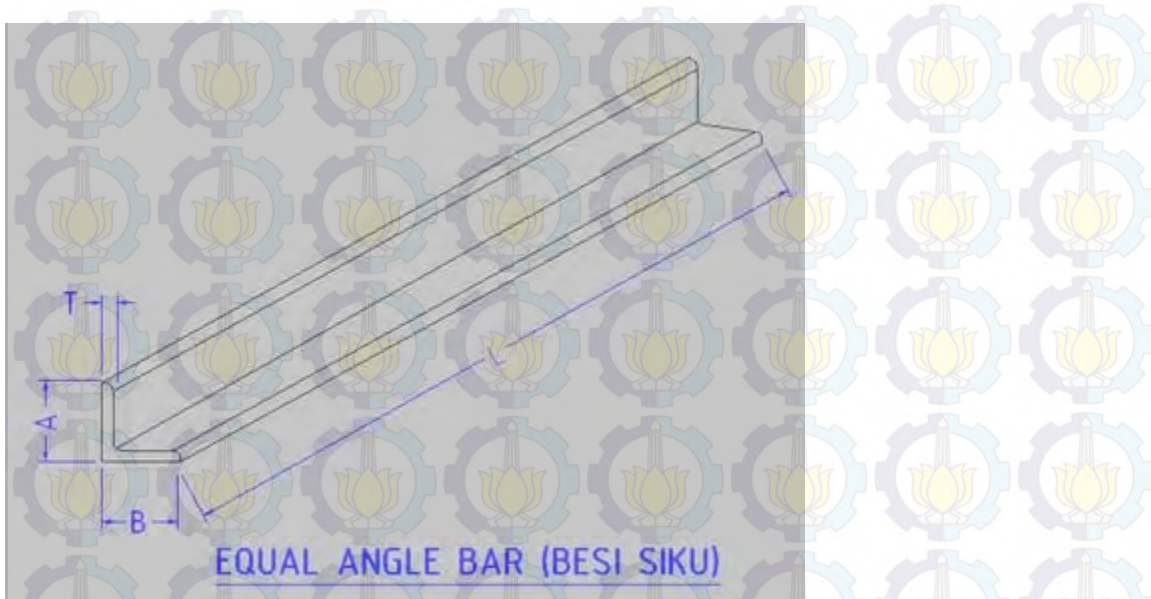
33	150	65	3.2	6	45.06
34	200	75	1.2	6	21.60
35	200	75	1.6	6	28.6
36	200	75	2.0	6	35.5
37	200	75	2.3	6	40.61
38	200	75	2.5	6	43.99
39	200	75	3.0	6	52.32
40	200	75	3.2	6	55.61



H-BEAM

NO	A	B	T1	T2	L (m)	Weight (kg)
1	100	100	6.0	8.0	12	206.0
2	125	125	5.0	7.0	12	222.0
3	125	125	6.5	9.0	12	286.0
4	150	150	7.0	10.0	12	378.0
5	175	175	7.0	11.0	12	482.0
6	200	200	8.0	12.0	12	599.0
7	250	250	9.0	14.0	12	869.0
8	300	300	10.0	15.0	12	1128.0
9	350	350	12.0	19.0	12	1644.0
10	400	400	13.0	21.0	12	2064.0

Ket: A,B,T1, dan T2 ukuran dalam mm



EQUAL ANGLE BAR (BESI SIKU)					
No	A mm	B mm	T mm	L meter	Berat Kg
1	20	20	3	6	5.31
2	25	25	3	6	8.72
3	25	25	5	6	10.60
4	30	30	3	6	8.16
5	40	40	3	6	11.00
6	40	40	4	6	14.50
7	40	40	5	6	18.00
8	45	45	4	6	16.44
9	45	45	5	6	20.50
10	50	50	4	6	18.80
11	50	50	5	6	22.70
12	50	50	6	6	27.56
13	60	60	5	6	27.42
14	60	60	6	6	32.52
15	65	65	6	6	35.46
16	70	70	6	6	38.28
17	70	70	7	6	44.28
18	75	75	6	6	41.22
19	75	75	7	6	47.64
20	75	75	8	6	54.18
21	75	75	9	6	59.80
22	80	80	8	6	57.00
23	80	80	7	6	57.54
24	80	80	9	6	73.20
25	80	80	10	6	79.80
26	100	100	7	6	64.25
27	100	100	10	6	90.72
28	120	120	8	6	88.20
29	120	120	10	6	109.00
30	120	120	11	6	119.40
31	120	120	12	6	130.00
32	125	125	12	6	140.00
33	130	130	9	6	107.10
34	130	130	12	6	140.10
35	150	150	10	6	140.00
36	150	150	12	6	164.00
37	150	150	15	6	202.00
38	200	200	15	6	272.00
39	200	200	16	6	292.50
40	200	200	20	6	350.00
41	200	200	25	6	442.00
42	250	250	24	6	582.00

BESI BETON

Besi beton atau round bar adalah material untuk konstruksi sipil, yang banyak digunakan untuk pembangunan gedung, rumah, jembatan dan lain.

material ini mempunyai 2 type:

1. type standart
2. type spiral (deformed)

1. Besi beton type standart

ROUND BAR (BESI BETON)				
No	Diameter d		Panjang meter	Berat Kg
	mm	inch		
1	2	1/4	12	1.5
	5		12	1.9
	5.7		12	2.4
	6		12	2.7
2	6.5	5/16	12	3.1
	7		12	3.6
	7.5		12	4.2
	8		12	4.7
3	8.5	3/8	12	5.4
	9		12	6.0
4	10	1/2	12	7.4
	10.5		12	8.2
	12		12	10.7
	13		12	12.5
5	14	5/8	12	14.5
	15		12	16.7
	16		12	19.0
6	17.5	3/4	12	22.5
	19		12	26.8
7	20.5	7/8	12	31.0
	22		12	35.8
8	23.5	1	12	40.9
	25		12	46.2
9	28	1 1/8	12	58.0
10	32	1 1/4	12	75.8

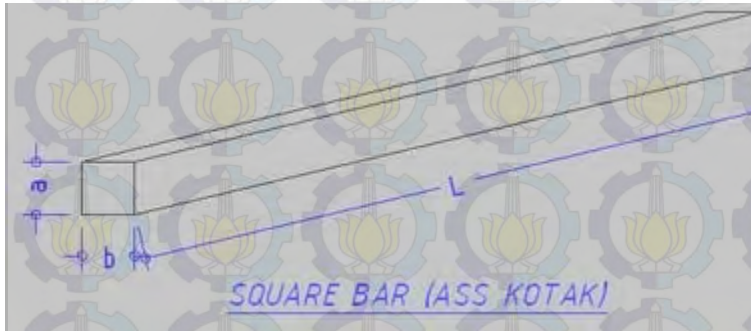
created by www.gambar teknik.co.cc

2. Besi beton type spiral

DEFORMED BAR (BETON SPIRAL)				
No	Diameter d		Panjang meter	Berat Kg
	mm	inch		
1	10		12	7.4
2	13		12	12.5
3	16		12	19.0
4	19		12	26.8
5	22		12	35.8
6	25		12	46.2
7	29		12	62.3
8	32		12	75.7

created by www.gambar teknik.co.cc

BESI ASS KOTAK



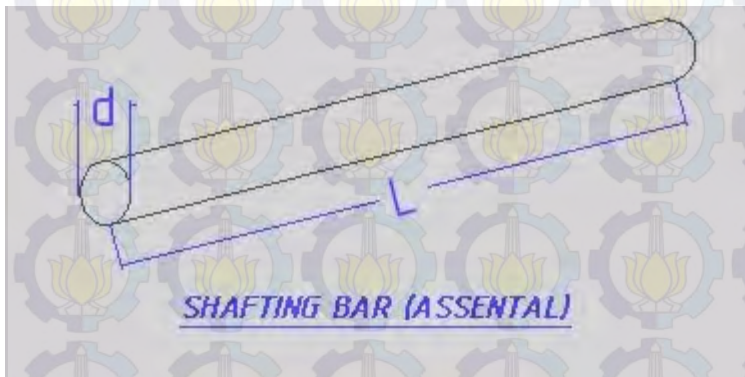
Material ini berbentuk kotak bujur sangkar pejal. Dan material ini banyak digunakan sebagai bahan fabrikasi untuk permesinan maupun sipil (untuk pagar, konstruksi dll). Dibawah ini adalah data teknis material tersebut.

SQUARE BAR (ASS KOTAK)

No	Ukuran a x b		Panjang (L)	Berat
	mm	inch	meter	Kg
1	9 x 9	3/8 x 3/8	6	4.0
2	12 x 12	1/2 x 1/2	6	7.0
3	16 x 16	5/8 x 5/8	6	12.0
4	18 x 18	3/4 x 3/4	6	15.0
5	19 x 19	3/4 x 3/4	6	17.1
6	20 x 20	3/4 x 3/4	6	19.0
7	22 x 22	7/8 x 7/8	6	22.8
8	25 x 25	1 x 1	6	30.0
9	28 x 28	1 1/8 x 1 1/8	6	37.0
10	32 x 32	1 1/4 x 1 1/4	6	48.5
11	38 x 38	1 1/2 x 1 1/2	6	68.0
12	40 x 40	1 1/1 x 1 1/2	6	75.5
13	44 x 44	1 3/4 x 1 3/4	6	96.0
14	50 x 50	2 x 2	6	118.5
15	60 x 60	2 1/2 x 2 1/2	6	170.0
16	65 x 65	2 1/2 x 2 1/2	6	75.5
17	75 x 75	3 x 3	6	265.0
18	100 x 100	4 x 4	6	473.0

created by www.gambarteknik.co.cc

BESI ASSENTAL



Secara umum material ini sering disebut shafting bar atau besi assental. Untuk mencari berat material ini memakai rumus : Luas penampang x Panjang (L) x Berat Jenis (BJ) material, tetapi karena setiap komposisi material mempunyai berat jenis yang berbeda maka di tabel ini hanya diambil nilai pendekatan saja.

Bila anda melakukan pekerjaan yang mempunyai presisi tinggi jangan memakai tabel ini sebagai acuan.

SHAFTING BAR (ASSENTAL)				
No	Diameter d		Panjang L meter	Berat Kg
	mm	inch		
1	6	1/4	6	1,50
2	8	5/16	6	2,50
3	10	3/8	6	3,50
4	13	1/2	6	6,00
5	16	5/8	6	9,50
6	19	3/4	6	13,50
7	22	7/8	6	18,50
8	25	1	6	24,00
9	29	1 1/8	6	30,50
10	31	1 1/4	6	38,00
11	35	1 3/8	6	46,00
12	38	1 1/2	6	54,00
13	44	1 3/4	6	96,00
14	50	2	6	122,00
15	57	2 1/4	6	152,00
16	65	2 1/2	6	183,00
17	75	3	6	216,0
18	92	3 1/2	6	296,00
19	100	4	6	385,00
20	113	4 1/2	6	486,00
21	125	5	6	597,00
22	150	6	6	860,00

created by www.gambertechnik.co.cc

PLAT KAPAL

Plat kapal atau ship plate merupakan material berupa lembaran logam/besi yang mempunyai ukuran yang panjangnya mencapai 6 meter dan tebal bervariasi. Berdasarkan lebarnya material ini mempunyai 2 type:

1. Plat kapal/ship plate dengan ukuran lebar 5 feet

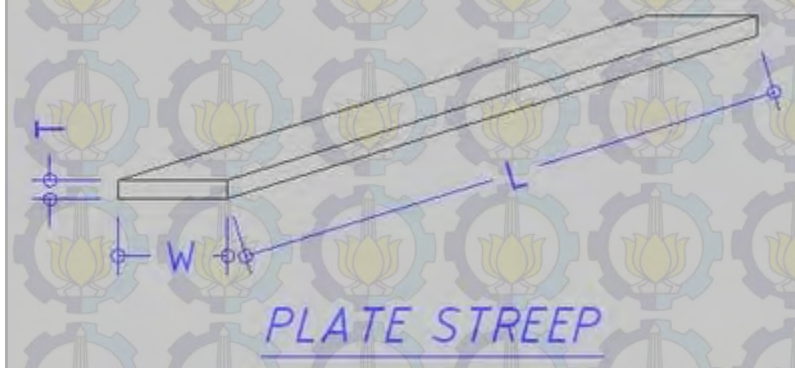
SHIP PLATE 5' (PLAT KAPAL)				
No	T mm	Ukuran W x L		Berat Kg
		meter	feed	
1	4.5	1.5 x 6	5 x 20	328.1
2	6	1.5 x 6	5 x 20	430.0
3	8	1.5 x 6	5 x 20	583.2
4	9	1.5 x 6	5 x 20	658.1
5	10	1.5 x 6	5 x 20	729.0
6	11	1.5 x 6	5 x 20	801.9
7	12	1.5 x 6	5 x 20	875.0
8	13	1.5 x 6	5 x 20	947.7
9	14	1.5 x 6	5 x 20	1021.0
10	16	1.5 x 6	5 x 20	1094.0
11	18	1.5 x 6	5 x 20	1167.0
12	19	1.5 x 6	5 x 20	1312.8
13	19	1.5 x 6	5 x 20	1388.0
14	20	1.5 x 6	5 x 20	1458.0
15	21	1.5 x 6	5 x 20	1531.0
16	22	1.5 x 6	5 x 20	1604.0
17	24	1.5 x 6	5 x 20	1749.6
18	25	1.5 x 6	5 x 20	1823.0
19	28	1.5 x 6	5 x 20	2042.2
20	30	1.5 x 6	5 x 20	2187.0
21	31	1.5 x 6	5 x 20	2280.0
22	32	1.5 x 6	5 x 20	2339.0
23	38	1.5 x 6	5 x 20	2770.2
24	40	1.5 x 6	5 x 20	2815.0
25	42	1.5 x 6	5 x 20	3062.0
26	45	1.5 x 6	5 x 20	3281.0
27	50	1.5 x 6	5 x 20	3645.0
28	60	1.5 x 6	5 x 20	4374.0
29	65	1.5 x 6	5 x 20	4739.0
30	75	1.5 x 6	5 x 20	5487.5
31	80	1.5 x 6	5 x 20	5937.0
32	90	1.5 x 6	5 x 20	6581.0
33	100	1.5 x 6	5 x 20	7390.0

2. Plat kapal/ship plate dengan ukuran lebar 6 feet

SHIP PLATE 6' (PLAT KAPAL)				
No	T mm	Ukuran W x L		Berat Kg
		meter	feed	
1	4.5	1.8 x 6	6 x 20	394.0
2	6	1.8 x 6	6 x 20	525.0
3	8	1.8 x 6	6 x 20	700.0
4	9	1.8 x 6	6 x 20	789.0
5	10	1.8 x 6	6 x 20	875.0
6	11	1.8 x 6	6 x 20	962.5
7	12	1.8 x 6	6 x 20	1050.5
8	13	1.8 x 6	6 x 20	1137.5
9	14	1.8 x 6	6 x 20	1225.0
10	15	1.8 x 6	6 x 20	1313.0
11	16	1.8 x 6	6 x 20	1400.0
12	18	1.8 x 6	6 x 20	1575.0
13	19	1.8 x 6	6 x 20	1664.0
14	20	1.8 x 6	6 x 20	1750.0
15	21	1.8 x 6	6 x 20	1838.0
16	22	1.8 x 6	6 x 20	1925.0
17	24	1.8 x 6	6 x 20	2100.0
18	25	1.8 x 6	6 x 20	2188.0
19	28	1.8 x 6	6 x 20	2450.0
20	30	1.8 x 6	6 x 20	2625.0
21	31	1.8 x 6	6 x 20	2713.0
22	32	1.8 x 6	6 x 20	2800.0
23	38	1.8 x 6	6 x 20	3325.0
24	40	1.8 x 6	6 x 20	3500.0
25	42	1.8 x 6	6 x 20	3675.0
26	45	1.8 x 6	6 x 20	3938.0
27	50	1.8 x 6	6 x 20	4375.0
28	60	1.8 x 6	6 x 20	5250.0
29	65	1.8 x 6	6 x 20	5687.5
30	75	1.8 x 6	6 x 20	6562.5
31	80	1.8 x 6	6 x 20	7030.0
32	90	1.8 x 6	6 x 20	7875.0
33	100	1.8 x 6	6 x 20	8750.0

PLATE STREEP

Plat streep atau sering disebut juga plat bar merupakan profil besi yang umum dipakai dalam konstruksi dan fabrikasi mesin, maupun untuk konstruksi sipil.



Untuk anda yang memerlukan dimensi dan berat, anda bisa melihat dalam tabel dibawah ini:

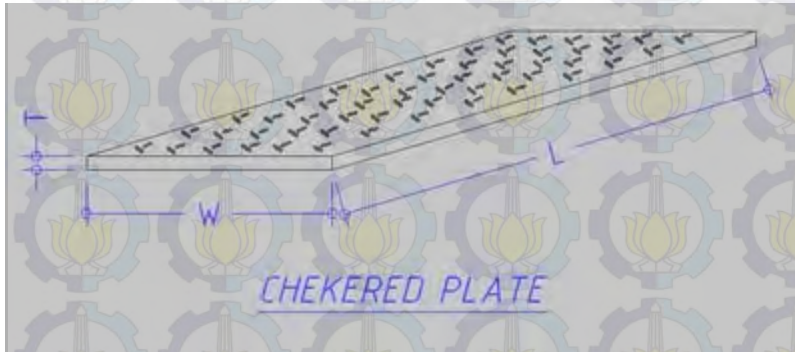
PLATE STREEP (PLAT BAR)				
No	Ukuran T x W		Panjang L meter	Berat Kg
	mm	inch		
1	3 x 16	1/8 x 5/8	6	2.30
2	3 x 19	1/8 x 3/4	6	2.71
3	3 x 25	1/8 x 1	6	3.56
4	3 x 30	1/8 x 1 1/4	6	4.28
5	3 x 38	1/8 x 1 1/2	6	5.37
6	4 x 19	3/16 x 3/4	6	4.03
7	4 x 25	3/16 x 1	6	5.40
8	4 x 32	3/16 x 1 1/4	6	6.80
9	4 x 38	3/16 x 1 1/2	6	8.30
10	4 x 50	3/16 x 2	6	10.60
11	6 x 19	3/16 x 3/4	6	5.40
12	6 x 25	3/16 x 1	6	7.13
13	6 x 32	3/16 x 1 1/4	6	9.20
14	6 x 38	3/16 x 1 1/2	6	10.83
15	6 x 50	3/16 x 2	6	14.55
16	6 x 65	3/16 x 2 1/2	6	18.53
17	6 x 75	3/16 x 3	6	21.50
18	6 x 85	3/16 x 3 1/2	6	25.50
19	6 x 100	3/16 x 4	6	28.51
20	6 x 125	3/16 x 5	6	35.63
21	6 x 150	3/16 x 6	6	44.50
22	9 x 25	3/8 x 1	6	10.70
23	9 x 32	3/8 x 1 1/4	6	14.00
24	9 x 38	3/8 x 1 1/2	6	16.25
25	9 x 50	3/8 x 2	6	21.50
26	9 x 65	3/8 x 2 1/2	6	27.80
27	9 x 75	3/8 x 3	6	32.10
28	9 x 85	3/8 x 3 1/2	6	36.30
29	9 x 100	3/8 x 4	6	42.76
30	9 x 125	3/8 x 5	6	53.45
31	9 x 150	3/8 x 6	6	64.14

PLATE STREEP (PLAT BAR)				
No	Ukuran T x W		Panjang L meter	Berat Kg
	mm	inch		
32	10 x 38	3/8 x 1 1/2	6	18.00
33	12 x 25	1/2 x 1 1/2	6	14.20
34	12 x 38	1/2 x 1 1/2	6	21.66
35	12 x 50	1/2 x 2 1/2	6	28.50
36	12 x 65	1/2 x 2 1/2	6	37.10
37	12 x 75	1/2 x 3	6	42.80
38	12 x 100	1/2 x 4	6	57.01
39	12 x 150	1/2 x 6	6	85.00
40	16 x 38	5/8 x 1 1/2	6	29.00
41	16 x 50	5/8 x 2 1/2	6	38.00
42	16 x 65	5/8 x 2 1/2	6	49.00
43	16 x 75	5/8 x 3	6	56.50
44	16 x 100	5/8 x 4	6	76.00
45	16 x 150	5/8 x 6	6	113.00
46	19 x 38	3/4 x 1 1/2	6	34.00
47	19 x 50	3/4 x 2 1/2	6	45.00
48	19 x 65	3/4 x 2 1/2	6	58.50
49	19 x 75	3/4 x 3	6	67.50
50	19 x 100	3/4 x 4	6	89.50
51	19 x 125	3/4 x 5	6	112.00
52	19 x 150	3/4 x 6	6	134.00

created by www.gombartechnik.co.cc

created by www.gombartechnik.co.cc

PLAT BORDEST



Plat bordest atau chekered plate berbentuk plat dengan permukaan beralur teratur pada satu sisi dan mempunyai tebal yang bervariasi. Material ini dalam bidang otomotif banyak digunakan sebagai lantai untuk angkutan umum (Elft, truk, bus dll) dan untuk konstruk sipil biasa digunakan sebagai tangga maupun lantai untuk bangunan bertingkat. Material ini biasanya berbahan Alumium dan besi.

Dibawah ini adalah table material dengan bahan besi

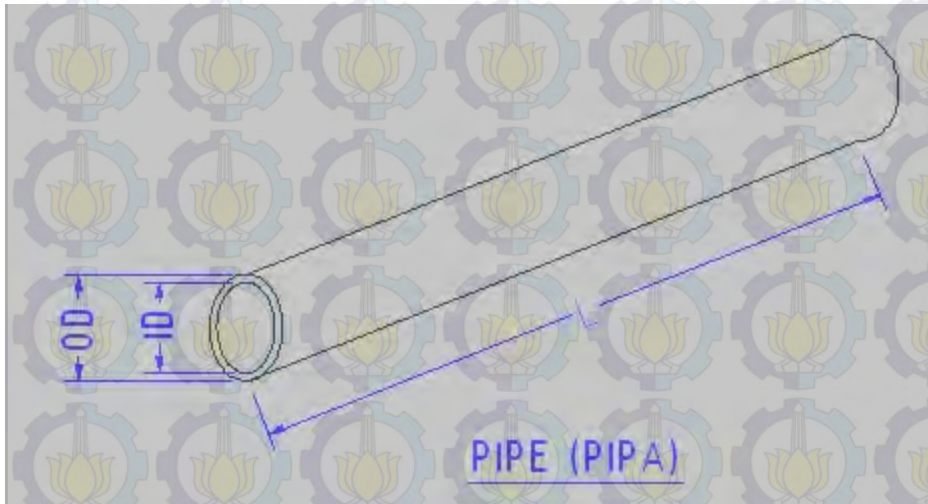
CHEKERED PLATE (PLAT BORDEST)

No	T mm	Ukuran W x L		Berat Kg
		meter	feed	
1	2.3	1.22 x 2.44	4 x 8	59.0
2	2.6	1.22 x 2.44	4 x 8	65.7
3	2.8	1.22 x 2.44	4 x 8	70.4
4	2.9	1.22 x 2.44	4 x 8	72.7
5	3	1.22 x 2.44	4 x 8	75.0
6	3.2	1.22 x 2.44	4 x 8	80.0
7	3.6	1.22 x 2.44	4 x 8	89.0
8	4	1.22 x 2.44	4 x 8	98.4
9	4.2	1.22 x 2.44	4 x 8	103.0
10	4.3	1.22 x 2.44	4 x 8	105.3
11	4.5	1.22 x 2.44	4 x 8	110.0
12	5.6	1.22 x 2.44	4 x 8	137.7
13	5.7	1.22 x 2.44	4 x 8	138.0
14	5.8	1.22 x 2.44	4 x 8	140.3
15	6	1.22 x 2.44	4 x 8	145.0
16	7.6	1.22 x 2.44	4 x 8	182.3
17	7.8	1.22 x 2.44	4 x 8	187.0
18	8	1.22 x 2.44	4 x 8	195.0
19	9	1.22 x 2.44	4 x 8	215.0

created by www.gambar teknik.co.cc

Pipa schedule, seam less, conduit

Material pipa mempunyai berbagai macam jenis dan penggunaan yang berbeda-beda. Pipa-pipa ini antara lain Schedule 40, Schedule 80, Conduit, Seam less boiler, pipa galvanis, dan pipa hitam.



CARBON STEEL PIPE SCHEDULE 40

NO	Size (Inch)	OD (mm)	ID (mm)	T (mm)	L (m)	Weight (kg)
1	1/2	21.7	16.1	2.8	6	7.86
2	3/4	27.2	21.4	2.9	6	10.44
3	1	34.0	27.2	3.4	6	15.42
4	1 1/4	42.7	35.5	3.6	6	20.82
5	1 1/2	48.6	41.2	3.7	6	24.60
6	2	60.5	52.7	3.9	6	32.64
7	2 1/2	76.3	65.9	5.2	6	54.72
8	3	89.1	78.1	5.5	6	67.80
9	4	114.3	102.3	6.0	6	96.00
10	5	139.8	126.6	6.6	6	130.20
11	6	165.2	151.0	7.1	6	166.20
12	8	216.3	199.9	8.2	6	252.60
13	10	267.4	248.8	9.3	6	355.20
14	12	318.5	297.9	10.3	6	469.80
15	14	355.6	333.4	11.1	6	565.80
16	16	406.4	393.7	12.7	6	738.00

CARBON STEEL PIPE SCHEDULE 80

NO	Size (Inch)	OD (mm)	ID (mm)	T (mm)	L (m)	Weight (kg)
1	1/2	21.7	14.3	3.7	6	9.84
2	3/4	27.2	19.4	3.9	6	13.44
3	1	34.0	25.0	4.5	6	19.62
4	1 1/4	42.7	32.9	4.9	6	27.42
5	1 1/2	48.6	38.4	5.1	6	32.82
6	2	60.5	49.5	5.5	6	44.76
7	2 1/2	76.3	62.3	7.0	6	72.00
8	3	89.1	73.9	7.6	6	91.80
9	4	114.3	97.1	8.6	6	134.40
10	5	139.8	120.8	9.5	6	183.00
11	6	165.2	143.2	11.0	6	250.80
12	8	216.3	190.9	12.7	6	382.80
13	10	267.4	237.2	15.1	6	563.40
14	12	318.5	283.7	17.4	6	774.00
15	14	355.6	317.6	19.0	6	948.00
16	16	406.4	363.6	21.4	6	1218.00

SEAM LESS BOILER TUBES

NO	Size (Inch)	OD (mm)	ID (mm)	T (mm)	L (m)	Weight (kg)
1	1/4	13.4	9.9	1.8	6	3.13
2	3/8	17.2	13.6	1.8	6	4.10
3	1/2	21.3	17.3	2.0	6	5.77
4	3/4	26.9	22.3	2.3	6	8.46
5	1	33.7	30.8	1.5	6	13.20
6	1 1/4	31.8	26.0	2.9	6	12.40
		42.4	37.2	2.6	6	15.42
		44.5	39.3	2.6	6	16.14
		38.0	32.8	2.6	6	13.62
7	1 1/2	48.3	42.5	2.9	6	19.62
8	2	60.3	54.5	2.9	6	24.84
9	2 1/2	57.0	51.2	2.9	6	23.22
		76.1	70.3	2.9	6	31.68
10	3	88.9	82.5	3.2	6	40.86
11	4	114.3	106.3	4.0	6	66.00
12	5	139.7	131.7	4.0	6	80.40
13	6	168.3	159.3	4.5	6	109.08

BLACK & GALVANIZED WELDED STEEL PIPE

NO	Size (Inch)	OD (mm)	ID (mm)	T (mm)	L (m)	Weight (kg)
1	3/8	17.3	12.7	2.3	6	5.10
2	1/2	21.7	16.1	2.8	6	7.86
3	3/4	27.2	21.6	2.8	6	10.08
4	4	34	27.6	3.2	6	14.58
5	1 1/4	42.7	35.7	3.5	6	20.28
6	1 1/2	48.6	41.6	3.5	6	23.34
7	2	60.5	52.9	3.8	6	31.86
8	2 1/2	76.3	67.9	4.2	6	44.82
9	3	89.1	80.7	4.2	6	52.74
10	3 1/2	101.6	93.2	4.2	6	60.60
11	4	114.3	105.3	4.5	6	73.20
12	5	139.8	130.8	4.5	6	90.00
13	6	165.2	155.2	5.0	6	118.80
14	8	216.3	204.7	5.8	6	180.60
15	10	267.4	254.2	6.6	6	254.40
16	12	318.5	304.7	6.9	6	318.00

FURNITURE AND CONDUIT TUBES

NO	Size (Inch)	OD (mm)	ID (mm)	T (mm)	L (m)	Weight (kg)
1	1/2	14.5	12.7	0.9	6	1.59
2	9/16	16.1	14.3	0.9	6	1.79
3	5/8	17.7	15.9	0.9	6	1.99
4	3/4	20.9	19.1	0.9	6	2.42
5	7/8	24.2	22.2	1.0	6	3.14
6	15/16	15.8	13.8	1.0	6	3.37
7	1	27.8	25.4	1.2	6	4.30
8	1 1/8	31.0	28.6	1.2	6	4.87
9	1 1/4	34.2	31.8	1.2	6	5.44
10	1 3/8	37.4	35	1.2	6	5.43
11	1 1/2	40.5	38.1	1.2	6	6.55
12	1 5/8	43.7	41.3	1.2	6	7.12
13	1 3/4	47.3	44.5	1.4	6	8.92
14	2	53.6	50.8	1.4	6	10.24
15	2 1/4	60.0	57.2	1.4	6	11.56

DAFTAR LAMPIRAN

- TABEL UKURAN PELAT BAJA KAPAL